



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**INSTALACIONES EN UN CONCESIONARIO DE
AUTOMÓVILES CON TALLER DE REPARACIÓN, TREN DE
LAVADO Y PLANTA DEPURADORA**



Autor:	Cristian Chincolla Jiménez
Director:	Josep Pardina Ribas
Departamento	EGE
Convocatoria:	Enero 2018

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

INSTALACIONES EN UN CONCESIONARIO DE AUTOMÓVILES CON TALLER DE REPARACIÓN, TREN DE LAVADO Y PLANTA DEPURADORA



Memoria y Anexos

Autor: Cristian Chincolla Jiménez
Director: Josep Pardina Ribas
Convocatoria: Enero 2018

Resumen

Este trabajo de final de grado tiene como finalidad la elaboración del diseño, cálculo y valoración de costes de las diferentes instalaciones dentro de una nave industrial, en la cual, se realizarán las actividades de reparación integral, venta y limpieza de vehículos.

Las instalaciones realizadas son:

- Instalación eléctrica
- Instalación contra incendios
- Instalación de fontanería
- Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado
- Instalación de ventilación

Para todas las instalaciones se cumplirá, en todo momento, la normativa vigente aplicable para cada uno de los casos que quedarán justificados mediante los cálculos correspondientes.

Resum

Aquest treball de final de grau té com a finalitat l'elaboració del disseny, càlcul i valoració de costos de les diferents instal·lacions dins d'una nau industrial, en la qual, es realitzaran les activitats de reparació integral, venda i neteja de vehicles.

Les instal·lacions realitzades són:

- Instal·lació elèctrica
- Instal·lació contra incendis
- Instal·lació de fontaneria
- Instal·lació de reutilització d'aigües del tren de rentat
- Instal·lació de ventilació

Per a totes les instal·lacions es complirà, en tot moment, la normativa vigent aplicable per a cada un dels casos que quedaran justificats mitjançant els càlculs corresponents.

Abstract

This final work degree aims the development of the design, calculation and estimation of costs of the different facilities to perform inside an industrial warehouse in wich there will be full reparation, sale and vehicle cleaning.

The installations carried out are:

- Electrical installation
- Fire protection installation
- Plumbing installation
- Installation of water reuse of the washing train
- Ventilation installation

For all the installations, the current regulations applicable for each of the cases that will be justified through the corresponding calculations will be complied with at all times.

Agradecimientos

Llegar hasta este punto no ha sido un camino corto ni fácil por lo que no quisiera terminar esta etapa sin agradecer a aquellas personas que de un modo u otro han estado implicadas en ella.

Dar las gracias a amigos, compañeros de trabajo y sobre todo a mi familia en general y en particular a mis padres y mi hermano por el apoyo recibido y por estar siempre ahí.

Y agradecer a la persona que durante esta etapa de mi vida siempre ha estado conmigo, que comenzaron las cosas a irme bien cuando la conocí y que ha sufrido y aguantado todos mis problemas durante este tiempo.

Gracias Elisabet

ÍNDICE

RESUMEN	I
RESUM	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMIENTOS	IV
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Objeto del proyecto	11
1.2. Alcance del proyecto	11
1.3. Antecedentes	12
1.4. Emplazamiento.....	12
1.5. Titular.....	13
1.6. Actividad	13
1.7. Descripción general y espacio propio de la actividad.....	13
1.8. Características generales y constructivas de la nave.....	15
1.8.1. Accesos	15
1.8.2. Alturas.....	15
1.8.3. Elementos estructurales.....	16
1.8.4. Cierres primarios	16
1.8.5. Cierres interiores	17
1.8.6. Acabados interiores. Revestimientos.....	18
1.9. Instalaciones de la nave	18
1.9.1. Saneamiento.....	18
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
2.1. Normativa aplicable	19
2.2. Descripción de la instalación eléctrica	19
2.3. Relación de receptores y cargas.....	20
2.4. Previsión de potencia	23
2.5. Suministro de energía	23
2.5.1. Esquema TT.....	24
2.6. Acometida	24
2.6.1. Disposición de la acometida.....	24
2.7. Caja de protección y medida. CPM	25
2.7.1. Caja general de protección. CGP	26

2.7.2. Conjunto de medida	27
2.8. Derivación individual	27
2.8.1. Aplicación al proyecto	28
2.9. Dispositivos generales e individuales de mando y protección	29
2.10. Instalación interior	30
2.10.1. Características mínimas de los conductores	30
2.10.2. Identificación de los conductores	31
2.10.3. Subdivisión de las instalaciones	31
2.10.4. Equilibrado de cargas	31
2.10.5. Resistencia de asilamiento y rigidez dieléctrica	31
2.10.6. Conexiones	32
2.10.7. Local con riesgo de incendio o explosión	32
2.10.8. Sistemas de instalación	35
2.10.9. Cuadro principal	39
2.10.10. Subcuadros	41
2.10.11. Líneas a receptores	42
2.11. Protección contra sobreintensidades	44
2.12. Protección contra sobretensiones	45
2.12.1. Categoría de las sobretensiones	45
2.12.2. Medidas para el control de las sobretensiones	46
2.12.3. Selección de los materiales de la instalación	47
2.13. Protección contra los contactos directos e indirectos	47
2.13.1. Protección contra contactos directos	47
2.13.2. Protección contra contactos indirectos	48
2.14. Puestas a tierra	49
2.14.1. Uniones a tierra	50
2.14.2. Conductores de equipotencialidad	52
2.14.3. Resistencia de las tomas de tierra	52
2.14.4. Tomas de tierra independientes	53
2.14.5. Separación ente las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación	53
2.14.6. Revisión de las tomas de tierra	54
2.15. Cálculo de la puesta a tierra	54
2.15.1. Tierra para edificios sin pararrayos	56
2.16. Iluminación	56
2.16.1. Diseño del alumbrado	57
2.16.2. Niveles de iluminación	58

2.16.3. Receptores de alumbrado:.....	59
2.16.4. Diseño del alumbrado exterior	60
2.17. Receptores a motor.....	62
2.18. Batería de condensadores.....	63
3. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	65
3.1. Normativa aplicable	65
3.2. Características del establecimiento industrial.....	65
3.3. Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco	66
3.3.1. Sector de incendio zona taller de reparación	69
3.4. Sector de incendio zona exposición y venta	71
3.4.1. Sectorización.....	71
3.4.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan el sector de incendio	73
3.4.3. Reacción al fuego de los elementos constructivos.....	74
3.4.4. Medianerías y fachadas.....	75
3.4.5. Cubiertas.....	76
3.4.6. Evacuación	76
3.4.7. Señalización	78
3.4.8. Instalaciones de protección contra incendios.....	79
3.5. Sector de incendio zona taller de reparación	79
3.5.1. Sectorización.....	79
3.5.2. Materiales.....	80
3.5.3. Estructura portante. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	81
3.5.4. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.....	82
3.5.5. Evacuación	84
3.5.6. Señalización	87
3.5.7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.	88
3.5.8. Almacenamientos.....	88
3.5.9. Instalaciones de protección contra incendios.....	88
4. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	93
4.1. Normativa aplicable	93
4.2. Suministro de agua fría	93
4.2.1. Dimensionado.....	95

4.3.	Suministro de agua caliente.....	102
4.3.1.	Caudal de ACS.....	103
4.3.2.	Cálculos del dimensionado de ACS	104
4.3.3.	Diámetros de los tramos	104
4.3.4.	Recirculación de agua caliente	104
4.3.5.	Dimensionado del termo eléctrico.....	105
4.4.	Armario del contador general.....	106
5.	INSTALACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUA DEL TREN DE LAVADO _____	108
5.1.	Normativa aplicable	108
5.2.	Descripción general de la instalación.....	108
5.3.	Tren de lavado	109
5.4.	Descripción del sistema de reutilización de aguas del tren de lavado.....	111
5.4.1.	Decantador de lodos	111
5.4.2.	Separador de hidrocarburos	112
5.4.3.	Depósito de agua pretratada	112
5.4.4.	Arqueta toma muestras	113
5.4.5.	Filtración	114
5.4.6.	Desinfección	114
5.4.7.	Descalcificación.....	115
5.4.8.	Depósito de acumulación	116
5.5.	Instalación.....	116
5.6.	Estudio de amortización.....	117
5.6.1.	Inversión	117
5.6.2.	Ahorro de agua	117
5.6.3.	Precio	120
5.6.4.	Importe consumo eléctrico	121
5.6.5.	Conclusión	123
6.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN _____	125
6.1.	Normativa aplicable	125
6.2.	Descripción	125
6.3.	Cálculo	126
6.4.	Instalación.....	128
6.4.1.	Prescripciones generales.....	128
6.4.2.	Instalación.....	129
7.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD _____	130
7.1.	Objeto	130

7.2. Normativa aplicable	130
7.3. Características de la instalación	130
7.4. Descripción de la instalación.....	130
7.4.1. Plazo de ejecución y mano de obra.....	131
7.4.2. Interferencias y servicios afectados.	131
7.4.3. Descripción de los procesos y programación.....	131
7.5. Definición de los riesgos y medidas preventivas	131
IMPACTO MEDIO AMBIENTAL	139
CONCLUSIONES	141
ANEXOS	142
Anexo A: Bases de cálculos de la tabla eléctrica	142
Anexo B: Diseño del alumbrado mediante Dialux.....	151
Anexo C: Cálculo de carga de fuego almacén.....	167
Anexo D: Estudio de amortización de la reutilización de aguas.....	169
Anexo E: Precio de la electricidad.....	172
Anexo F: Precio del agua	173

1. Introducción

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que las instalaciones que nos ocupan reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

1.2. Alcance del proyecto

Las instalaciones que se contemplan a lo largo del presente proyecto son las siguientes:

- Instalación eléctrica. Incluye la instalación interior del edificio, tomando como punto de partida la CPM alimentada mediante la red eléctrica de la compañía suministradora hasta la instalación de los receptores necesarios para la realización de la actividad industrial además de la instalación de alumbrado general y emergencia. Incluye el diseño y dimensionado de la instalación de alumbrado con la finalidad de cumplir tanto los niveles necesarios de confort visual como de eficiencia energética.
- Instalación de sistemas de protección contra incendio. Incluye el diseño y dimensionado de los dispositivos de señalización y actuación frente los incendios que se puedan ocasionar en el interior de la nave.
- Instalación de agua fría y agua caliente sanitaria. Incluye el diseño y dimensionado de la red interior de distribución de agua fría y caliente sanitaria, así como los receptores necesarios para su uso.
- Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado. Incluye el diseño y dimensionado de la red de reutilización de aguas del tren de lavado, así como los equipos necesarios para ello.
- Instalación de ventilación. Incluye diseño y dimensionado de la red de ventilación, así como los receptores necesarios para su uso.

Se cumplirá en todo momento con la normativa vigente correspondiente a cada uno de los distintos campos que conforman el proyecto

1.3. Antecedentes

Dado que se trata de una nueva nave industrial, esta se legalizará como nueva. No dispone de antecedentes.

1.4. Emplazamiento

La nave industrial se encuentra emplazada en la calle M, 69 08040 Barcelona (Polígono industrial de la Zona Franca de Barcelona, Distrito 3 Sants-Montjuïc), España.

- Coordenadas UTM (H31, N): 425423.69, 4576278.32
- Coordenadas geográficas: 41.3345397, 2.1087416



Figura 1.- Localización de la nave industrial. Fuente: Google Maps.



Figura 2.- Localización de la nave industrial. Vista frontal. Fuente: Google Maps.

1.5. Titular

Los datos del titular son los siguientes:

- Empresa titular: CYE SL
- Calle: Marià Aguiló 86
- Población: Barcelona
- Código postal: 08005
- N.I.F.: A87654321

1.6. Actividad

Se trata de una nave industrial donde se desarrolla la actividad de reparación integral y venta de vehículos automóviles multimarca con un espacio de oficinas y zona de exposición. Además, dispone de un patio exterior donde se dispone de parking, tren de lavado y zona de aspiración para la limpieza general de vehículos.

1.7. Descripción general y espacio propio de la actividad

Consta de una nave diáfana. Dos fachadas a calle anterior y posterior del recinto industrial. A fachada posterior se accede desde un recinto exterior (patio). Sin desniveles. Adosada entre medianeras a otras naves del mismo tipo. No existe planta inferior por debajo del nivel de la calle.

Dicho recinto exterior se ubica contiguo a la nave industrial en su dirección longitudinal. Acceso desde la calle.

La superficie total construida de la nave, sus oficinas y patio exterior es de 2445,03 m². A continuación, se detallan todas las superficies útiles mediante la siguiente tabla:

Zona	Superficie (m^2)
Vestíbulo de entrada	8,75
Recepción	12,83
Habitación cuadro principal	3,07
Exposición y venta	357,85
Espacio previo a servicios	14,19
Servicios	16,12
Oficina	22,42
Estanterías	42,09
Almacén	76,15
Residuos	15,89
Servicios + Vestuarios hombres	8,26
Servicios + Vestuarios mujeres	8,39
Cabina de pruebas	25,31
Zona de paso vehículos	228,71
Cabina de pintura	32,24
Zona de estacionamiento para vehículos reparados o por reparar	117,27
Zona taller	367,48
Zona de lavado	24,42
Estacionamiento vehículos para entrega	48,45
Box taller recepción	14,97
Recambios y otros	47,91
Sala técnica	17,32

Zona descanso exterior	17,99
Acceso clientes	14,77
Acceso vehículos	25,33
Acceso personal	14,74
Túnel de lavado	80,00
Zona de aspiración	104,68
Patio exterior	677,43
TOTAL (m^2)	2445,03

Tabla 1.- Superficie de los diferentes espacios de la nave industria. Fuente: Elaboración propia.

1.8. Características generales y constructivas de la nave

1.8.1. Accesos

El acceso a la nave de la actividad se genera por oberturas en fachada y mediante dos accesos:

- **Acceso 1:** Ubicada en fachada principal. Formada por puerta que da acceso al vestíbulo. Medidas de 1,10 x 1,90 m.
- **Acceso 2:** 6 oberturas en fachada posterior de dimensiones 2,07 x 2,02 m.

Cuatro de estas oberturas hay practicadas las siguientes rampas:

- **Acceso clientes:** Formada por escalera y rampa adaptada. Ocupa la anchura de un muelle.
- **Acceso vehículos:** Ocupa dos oberturas.
- **Acceso personal:** Formada por escalera y rampa adaptada. Ocupa la anchura de un muelle.

El acceso al patio exterior se genera mediante puerta corredera automática. Patio cercado por valla metálica. La entrada al patio exterior da acceso a la fachada posterior de la nave industrial.

1.8.2. Alturas

La altura libre de la planta es de 11 m, altura de los pilares sobre los cuales descansan las jácenas formando el techo a dos aguas.

En la zona comprendida entre los espacios de exposición y venta, espacio previo a servicios, servicios, oficina y estanterías se dispone de falso techo tipo *Amstrong* de 3,5 m de altura.

1.8.3. Elementos estructurales

- **Pilares principales:** Pilares de hormigón de medidas 400 x 500 mm.
- **Cubierta:** Jácenas de hormigón armado sobre pilares. Las que lindan con naves adyacentes tienen una superficie de hormigón horizontal saliendo hacia el interior 1 m para cortafuegos según normativa correspondiente.
- **Suelo:** Alzado 1 m des del nivel de calle. Pavimentado con cemento capa fina no deslizante con las correspondientes señales y líneas de seguridad representadas.

1.8.4. Cierres primarios

- **Fachada principal:**

- Hasta una altura de 5 m:

14 paneles de hormigón de 2 m de base por 5 de altura soportados sobre estructura de 4 pilares que se prolongan hasta la máxima altura del edificio y una traviesa de hormigón sobre pestaña de los mismos a una altura de 5 m. Continúa cierre con estructura de aluminio. Contiene puerta con anchura de 2,10 m y una altura de 2,23 m, estructura de aluminio y vidrio fijo de 2,10 m x 2,90 m sobre la misma. Acceso desde la calle que da entrada al vestíbulo.

- De 5 m hasta altura máxima:

Continúan los pilares antes mencionados y sobre los mismo se soporta una estructura metálica a la cual se fija un revestimiento de aluminio lacado exteriormente con cámara aislante. En el mismo se encuentran practicadas las siguientes oberturas:

- 22 m de ventanas correderas contiguas de doble hoja, medidas de 1,57 m x 1,35 m practicadas a 6,84 m de altura des del nivel del suelo.
 - Obertura con vidrio fijo de medidas de 2,41 m x 2,28 m.
- **Fachada posterior:** Los cierres de la fachada posterior están formados por 4 pilares de hormigón y adherida una estructura de sujeción de compuertas. A partir de 6 m de altura hacia arriba consta de chapa metálica sujeta sobre la misma estructura. Se encuentran practicadas 6 oberturas según descritos en el apartado anterior de accesos.
 - **Medianeras:** Todos los cierres primarios están formados por muros de 25 cm en base a bloques de hormigón tipo árido calizo de 20 x 20 x 40 cm con una cámara simple hasta una altura de 6 m. A partir de los 6 m hasta los 11 m, misma estructura, pero revestimiento de tiza hasta biga lateral de la nave.

- **Patio exterior:** Acceso desde la calle al patio exterior mediante puerta corredera automática. Patio cercado por valla metálica de simple torsión de alambre según norma EN 10016-2 calidad FM9 de 2 m de altura. Recubrimiento según norma según norma EN 10244-2, calidad de zinc Z9.

1.8.5. Cierres interiores

En la nave industrial existen los siguientes cierres:

Zona	Superficie (m^2)
Vestíbulo de entrada	8,75
Exposición y venta	357,85
Habitación cuadro principal	3,07
Servicios	16,12
Oficina	22,42
Espacio de estanterías	42,09
Recepción	12,83
Almacén	78,15
Residuos	15,89
Servicios + Vestuarios hombres	8,26
Servicios + Vestuarios mujeres	8,39
Cabina de pruebas	25,31
Box Taller Recepción	14,97
Cabina de pintura	32,24

Tabla 2.- Superficie de los cierres interiores. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se muestra en plano, por funcionalidad y criterios de diseño, la zona de venta y oficinas se separa de la zona de trabajo y almacén mediante pared de obra, persiana y puerta corredera.

1.8.6. Acabados interiores. Revestimientos

- **Suelos:** Pavimento de gres en vestíbulo, recepción, oficina, servicios, almacén, zona de residuos, zona de ventas y zona de recambios.

En el resto de los espacios se dispone de pavimento continuo de resina sintética con capa antideslizante.

En el patio exterior se dispone de suelo de hormigón asfáltico.

- **Paredes:**
 - Servicios y vestuarios: Revestimientos interiores a base de azulejo cerámico en toda la altura.
 - Oficinas, recepción, box taller de recepción y estanterías: Cierres prefabricados en base de madera y vidrio.
 - Resto de cierres: Obra con revestimiento de yeso, excepto las medianeras que quedan sin revestir.

1.9. Instalaciones de la nave

1.9.1. Saneamiento

El desagüe de los aparatos sanitarios se efectúa de forma empotrada con tubo de PVC en algunos tramos, y con conducto de PVC corrugado empotrado, el resto, hasta conectar a la red de saneamiento.

El núcleo de aseos desagua al registro más cercano existente en la nave hasta su vertido a la fundición de decantación, practicada a la nave, de forma previa al enlace con el alcantarillado del polígono. Estas conducciones se encuentran empotradas y con una pendiente mínima del 1%.

La zona de residuos dispone de un sumidero sifónico antimúridos al suelo (desagüe con diámetro de 100 mm). El colector del mismo finaliza en la fosa de decantación.

2. Instalación eléctrica

Este apartado tiene como objeto definir las necesidades y características constructivas de la nave y establecer las condiciones técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión de la misma. En ella se describen los elementos necesarios a instalar, las características de dichos elementos y los requisitos mínimos que la instalación eléctrica ha de seguir para cumplir con la normativa vigente.

Se comprende por instalación eléctrica la instalación receptora de la nave a partir de la acometida eléctrica, acogiendo por tanto los elementos necesarios para la distribución de la energía eléctrica, puntos y elementos de consumo, iluminación y sistemas de protección para garantizar la seguridad de la misma.

El tipo de instalación corresponde al grupo *“industrias en general de potencia superior a 20 kW”*, siendo la instalación concebida como el *“grupo A”*.

2.1. Normativa aplicable

La normativa de obligado cumplimiento es la siguiente:

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Nuevo Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias y Normas UNE de aplicación.
- Instrucciones técnicas complementarias: ITC BT 02, 03, 04, 05, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 33, 34, 36, 40, 43, 44, 47 y 48.
- Normas particulares de la empresa distribuidora FECSA ENDESA.
- Ley 9/2014, del 31 de julio, de la seguridad industrial de los establecimientos, las instalaciones y los productos.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y UNE-EN de aplicación.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

2.2. Descripción de la instalación eléctrica

El diseño de la instalación eléctrica se realiza en función de las dimensiones de la nave, y las necesidades energéticas previstas y la actividad desarrollada. Se planteará un suministro de forma individual por un único usuario. La acometida alimentará directamente la caja de protección y medida (CPM) ya que por el suministro individual la caja general de protección y el equipo de

medida están situados en el mismo lugar, el cual, evita la existencia de línea general de alimentación. En la CPM se encuentra el equipo de medida que irá protegido por su fusible de seguridad. Esta caja de protección y medida deberá cumplir con los requisitos establecidos en el **RBT** y normas UNE correspondientes.

La derivación individual realizará el trayecto entre el equipo de la caja de protección y medida y el cuadro principal. Del cuadro principal se derivará a la instalación interior.

La instalación consta de un cuadro principal y 7 subcuadros todos con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

2.3. Relación de receptores y cargas

A continuación, mediante la siguiente tabla se detallan todos los receptores y potencias de los mismos que existen en la nave industrial:

Nº LINEA	RECEPTORES	UBICACIÓN	PN (W)	COEF. CAL	P CAL (W)
L1	8x4x36W	Exposición y venta	1152	1,8	2074
L2	7x4x36W	Exposición y venta	1008	1,8	1814
L3	7x4x36W	Exposición y venta	1008	1,8	1814
L4	4x2x58W+4x2x36W+1x36W	Oficina/Servicios/Contador cuadro principal	788	1,8	1418
L5	4x4x36W+4x2x58+2x18W	Almacén/Espacio de residuos/Vestuarios y servicios de hombres y mujeres	1076	1,8	1937
L6	4x250W	Zona Estacionamiento vehículos/Zona de paso/Zona taller	1000	1,8	1800
L7	4x250W	Zona Estacionamiento vehículos/Zona de paso/Zona taller	1000	1,8	1800
L8	4x250W	Zona de paso/Zona taller	1000	1,8	1800
L9	4x250W	Zona Recambios y otros/Zona de paso/Zona taller	1000	1,8	1800
L10	4x250W	Zona Recambios y otros/Zona de paso/Zona taller	1000	1,8	1800

L11	6x2x58W	Cabina de pintura/Cabina de pruebas	696	1,8	1253
L12	2x258 W	Sala técnica	232	1,8	418
L13	3x150 W	Exterior zona acceso principal	232	1,8	418
L14	3x150 W	Exterior zona acceso personal/vehículos/túnel de lavado	232	1,8	418
L15		Patio exterior 1	612	1,8	1102
L16		Patio exterior 2	128	1,8	230
E1	12x8 W	Toda la nave	96	1	128
E2	18x8 W	Toda la nave	144	1	112
E3	15x8 W	Toda la nave	120	1	40
F1	Tomas de corriente de uso general	Exposición y venta	3450	1	3450
F2	Tomas de corriente de uso general	Exposición y venta	3450	1	3450
F3	Tomas de corriente de uso general	Servicios	3450	1	3450
F4	Ventilación impulsión 1	Exposición y venta	1500	1,25	1875
F5	Ventilación extracción 1	Exposición y venta	552	1,25	690
F6	Centralita de incendio	Recepción	400	1	400
F7	Centralita de seguridad	Recepción	400	1	400
F15	Aire acondicionado Inverter unidad exterior 1	Cubierta	13330	1,25	16663
F16	Aire acondicionado Inverter unidad exterior 2	Cubierta	13330	1,25	16663
F17	Split aire acondicionado 1	Exposición y venta	3450	1,25	4313
F18	Split aire acondicionado 2	Exposición y venta	3450	1,25	4313
F19	Motor Persiana	Exposición y venta	600	1,25	750
F20	Motor grupo generador	Cabina de pintura	7500	1,25	9375
F21	Motor Ventilador	Cabina de pintura	9200	1,25	11500
F22	Tomas de corriente monofásicas CETAC	Zona Estacionamiento vehículos	3450	1	3450
F23	Tomas de corriente trifásicas CETAC	Zona Estacionamiento vehículos	6800	1	6800
F24	Tomas de corriente de uso general	Zona Estacionamiento vehículos	3450	1	3450
F25	Tomas de corriente de uso general	Cabina de pruebas	3450	1	3450
F26	Máquina analizadora de humos	Cabina de pruebas	7500	1,25	9375
F27	Ventilación	Cabina de pruebas	750	1,25	938
F28	Cámara opacidad	Cabina de pruebas	250	1,25	313

F29	Ventilación impulsión 2	Zona Estacionamiento vehículos	1500	1,25	1875
F30	Ventilación extracción 3	Recambios y otros	552	1,25	690
F31	Elevador 2 columnas HP-50	Zona taller	3000	1,25	3750
F32	Desmontadora de ruedas DT-95	Zona taller	1500	1,25	1875
F33	Vulcanizadora VZ-1100	Zona taller	1500	1,25	1875
F34	Equilibradora de ruedas ET-99A	Zona taller	400	1,25	500
F35	Generador de nitrógeno	Zona taller	200	1,25	250
F36	Máquina de aire acondicionado AC-250	Zona taller	600	1,25	750
F37	Alineador de ruedas	Zona taller	700	1,25	875
F38	Compresor de aire CAI-300	Zona taller	1000	1,25	1250
F39	Analizador de gases	Zona taller	3450	1,25	4313
F40	Tomas de corriente monofásicas CETAC 1	Zona taller	3450	1	3450
F41	Tomas de corriente trifásicas CETAC 1	Zona taller	6800	1	6800
F42	Tomas de corriente de uso general	Almacén y Espacios de residuos	3450	1	3450
F43	Tomas de corriente de uso general 1	Zona taller	3450	1	3450
F44	Tomas de corriente de uso general	Vestuarios+Servicios H/M	3450	1	3450
F45	Línea pre ITV NTS 500	Zona taller	6000	1,25	7500
F46	Tomas de corriente de uso general	Oficina	3450	1	3450
F47	Alimentación SAI	Oficina	3450	1	3450
F48	Split Oficina	Oficina	3450	1,25	4313
F49	Centralita de teléfono	Oficina	400	1	400
F50	Aire acondicionado	Oficina	3450	1,25	4313
F51	Motor Persiana 1	Acceso clientes	600	1,25	750
F52	Motor Persiana 2	Acceso vehículos	600	1,25	750
F53	Motor Persiana 3	Acceso vehículos	600	1,25	750
F54	Motor Persiana 4	Acceso personal	600	1,25	750
F55	Tomas de corriente monofásicas CETAC	Recambios y otros y Box taller recepción	3450	1	3450
F56	Tomas de corriente trifásicas CETAC	Recambios y otros y Box taller recepción	6800	1	6800
F57	Tomas de corriente de uso general	Recambios y otros y Box taller recepción	3450	1	3450
F58	Ventilación extracción 2	Zona taller	552	1,25	690
F59	Ventilación impulsión 3	Zona taller	1500	1,25	1875

F60	Tomas de corriente de uso general	Sala técnica	3450	1	3450
F61	Tomas de corriente monofásicas CETAC	Sala técnica	3450	1	3450
F62	Tomas de corriente trifásicas CETAC	Sala técnica	6800	1	6800
F63	Tomas de corriente de uso general 2	Zona taller	3450	1	3450
F64	Tomas de corriente monofásicas CETAC 2	Zona taller	3450	1	3450
F65	Tomas de corriente trifásicas CETAC 2	Zona taller	6800	1	6800
F66	Tren de lavado	Patio exterior	24624	0,75	18468
F67	Zona de aspiración	Patio exterior	3450	1,25	4313
F68	Máquinas de vending	Patio exterior	3450	1	3450
F69	Etapa de vertido	Patio exterior	3450	1	3450
F70	Bomba de recirculación 1	Sala técnica	3450	1,25	4313
F71	Bomba de recirculación 2	Sala técnica	3450	1,25	4313
F72	Bomba impulsión depósito	Sala técnica	3450	1,25	4313
F73	Bomba Micro-Inverter	Sala técnica	3450	1,25	4313
F74	Motor Persiana 5	Patio exterior	600	1,25	750

Tabla 3.- Relación de receptores y sus cargas. Fuente: Elaboración propia.

2.4. Previsión de potencia

La potencia eléctrica que se considera para el correcto funcionamiento de las instalaciones según las que se incluyen en este proyecto son:

- Potencia instalada: 218,02 kW
- Potencia máxima admisible: 152,62 W
- Potencia contratada: 139,00 kW

2.5. Suministro de energía

La compañía encargada de dar suministro a la instalación será FECSA-ENDESA.

Las características del suministro serán:

- Tipo de suministro: Suministro en baja tensión
- Tensión: 3 x 400/230 V
- Sistema: Trifásico con neutro

- Frecuencia: 50 Hz
- Acometida: Subterránea
- Esquema de distribución: TT

2.5.1. Esquema TT

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-08** en cuanto se refiere a **“Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica”**.

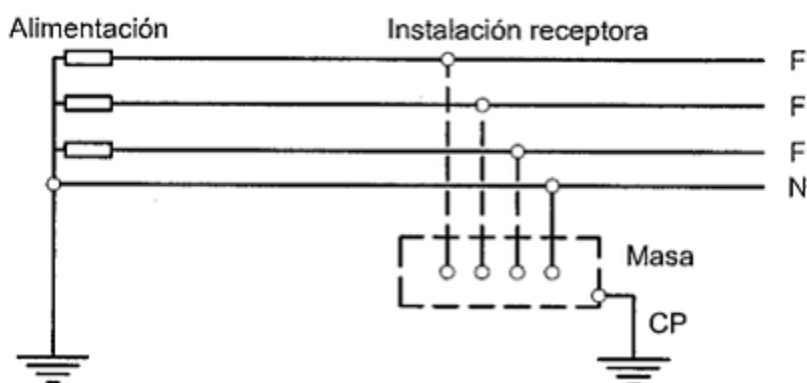


Figura 3.- Esquema de distribución TT. Fuente: ITC-BT-08.

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra (significado de la primera T). Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (significado de la segunda T). Esquema de obligado cumplimiento al realizar el suministro FECSA-ENDESA.

2.6. Acometida

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-11** en cuanto se refiere a **“Instalaciones de enlace, esquemas y acometidas”**.

2.6.1. Disposición de la acometida

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para

los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.

- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.
- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

La acometida discurrirá siguiendo los trazados más cortos de manera que discurrirá por dominios públicos y nunca a menos de 0,6 m de profundidad de la acera y 0,8 m de profundidad en calzada.

- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:
 - Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios)
 - Temperatura mínima de instalación y servicio:
 - 5 °C. - Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C
 - Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante
 - Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1 \text{ mm}$
 - Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta
 - Resistencia a la propagación de la llama: No propagador

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto, su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

2.7. Caja de protección y medida. CPM

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-13** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones de enlace, cajas generales de protección”***.

La caja de protección y medida se situará en el interior de un armario eléctrico (únicamente destinado a este fin) situado en la fachada exterior (lugar libre y de permanente acceso) concretamente al otro lado de la puerta de entrada. La caja de protección y medida cumplirá todo

lo indicado según la norma UNE-EN 60.439-1, ha de tener un grado de inflamabilidad según indica la UNE-EN 60.439-3 además de disponer de un grado de protección IP 43 según UNE 20.324 y IK 09 según UNE-EN 50.102 y ha de ser precintable. La envolvente ha de disponer la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta. Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la **ITC-BT-13**.

Se instalará en un armario metálico de acero inoxidable pintado, que se cerrará con una puerta de doble hoja preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m. En el armario se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida. Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

La dimensión del armario será la suficiente para albergar la superficie ocupada por las unidades funcionales, dejando una separación entre las paredes laterales y el techo respecto a las envolventes de como mínimo 0,2 m. La distancia respecto al suelo como mínimo será de 0,5 m, la profundidad del armario será como mínimo será de 0,4 m y el espacio libre enfrente de la CPM, una vez facilitado el acceso al mismo, no será inferior a 1,10 m.

2.7.1. Caja general de protección. CGP

La caja general de protección y medida se situará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Se intentará colocar lo más próximo a la red de distribución de la empresa suministradora. En este caso la CGP irá instalada en el mismo recinto que el equipo de medida.

El tipo de CGP, así como el calibre de los fusibles, serán indicados por la empresa suministradora:

- CGP-9-315 A
- Fusibles tipo gG 315 A

Se colocará una señal en la parte exterior de la puerta que permita localizar fácilmente la CGP.

2.7.2. Conjunto de medida

Este elemento será el encargado de medir el consumo eléctrico de la presente instalación. Se situará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Se instalará en el mismo recinto que la caja general de protección.

El conjunto de medida que utilizaremos será un TMF-10.

El TMF-10 contiene:

- Bases. Tamaño BUC 3
- Cuchillas en vez de fusibles (al existir CGP)
- Contador multifunción
- Módem
- Interruptor con protección de seguridad
- Transformadores de corriente (A/A) 200/5
- ICP (Interruptor de control de potencia)
- Cableado Cu 30x6+20x5

El ICP según instrucciones de compañía y sobre la base de potencia que hemos contratado será de:

Corriente asignada: 400 A

Poder de corte: 20 kA

Térmico: 200 A

Magnético: 5 veces la corriente de regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0,02 s.

En el plano correspondiente del proyecto se puede ver con detalle el esquema de la caja de protección y medida (plano 7).

2.8. Derivación individual

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-15** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones de enlace, derivaciones individuales”***.

La derivación individual será trifásica y estará constituida por 4 conductores de cobre, tres propios de las tres fases y el conductor neutro.

Como es un suministro individual se determinará el punto de conexión del conductor de protección.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. La caída de tensión máxima admisible para derivaciones individuales de suministros individuales es del 1,5 %.

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida equivalentes con la norma UNE 21123 parte 4 o 5; o la norma UNE 21.100-2 (según la tensión asignada del cable).

Los tubos y canales protectoras han de tener una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %.

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse de los extremos.

2.8.1. Aplicación al proyecto

La derivación individual se realizará con cable multiconductor de cobre de $4 \times 120 + 70 \text{ mm}^2$ RZ1-K (AS) siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm^2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) según UNE 21123-4.

Se realizará en montaje superficial en canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm, para alojamiento de cables eléctricos, incluso accesorios según UNE-EN 50085-1, con grado de protección IP 4X según UNE 20324. La derivación individual irá de la caja de protección y medida hasta el cuadro principal.

La derivación individual discurrirá a lo ancho de la nave hasta llegar al cuadro principal y a una altura no inferior a 3,5 m.

El cálculo de la línea de derivación individual se refleja en el apartado de cálculos, en la tabla eléctrica de cálculos (anexo A), de la memoria.

2.9. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-17** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones de enlace, dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia”***.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar. Esta protección ha de permitir el accionamiento manual y estará dotado de los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (según ITC-BT-22). IGA: IV/250 A.
- Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (Según ITC-BT-24). IDG: Relé diferencial más toroidal 300 mA S-70 mm Ø.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones permanentes (Según normas particulares Empresa Suministradora).
- Interruptores automáticos de corte omnipolar (magnetotérmicos), destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la nave (Según ITC-BT-22).
- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos interiores de la nave. (Según ITC-BT-24).

Habrà una selectivitat entre el interruptor diferencial general y los interruptores diferenciales de cada uno de los circuitos.

2.10. Instalación interior

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-19** en cuanto se refiere a **“Instalaciones interiores o receptoras, prescripciones generales”**.

2.10.1. Características mínimas de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos. Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Tabla 4.- Selección de los conductores de protección. Fuente: ITC-BT-19.

*2,5 (mm^2) si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

*4 (mm^2) si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

2.10.2. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

2.10.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

2.10.4. Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

2.10.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS	250	$\geq 0,25$
MBTP		
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,0$

Tabla 5.- Exigencia mínima de resistencia al aislamiento. Fuente: ITC-BT-19.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1500 V. Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.10.6. Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

2.10.7. Local con riesgo de incendio o explosión

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-29** en cuanto se refiere a **“Locales con riesgo de incendio o explosión”**.

La zona de taller de reparación debido a su actividad (taller de reparación de vehículos) se considera espacio con riesgo de incendio o explosión.

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmosferas potencialmente explosivas estos emplazamientos se clasifican en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable.

En este caso queda clasificado dicho espacio como “**clase I**” (**el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas**) donde se distinguen 3 zonas de emplazamientos:

- **Zona 0:** Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- **Zona I:** Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- **Zona II:** Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

La clasificación de emplazamientos peligrosos es un método de analizar y clasificar el entorno donde puede aparecer una atmósfera de gas explosiva y así facilitar la correcta selección e instalación de aparatos para ser usados con seguridad en el entorno, tomando en consideración los grupos de gases y las clases de temperatura.

En la mayoría de las situaciones donde se utilizan sustancias inflamables es difícil garantizar que nunca va a aparecer una atmósfera de gas explosiva. También es difícil asegurar que los aparatos nunca pueden ser una fuente de ignición. Por lo tanto, en los casos donde hay una alta probabilidad de que aparezca una atmósfera de gas explosiva la confianza debe depositarse en el uso de aparatos que tengan una baja probabilidad de originar una fuente de ignición. Por el contrario, cuando la probabilidad de presencia de una atmósfera de gas explosiva sea baja, pueden utilizarse aparatos contruidos con normas menos rigurosas.

Raramente es posible determinar por un simple examen de la planta o de sus planos de diseño las partes a las que puedan aplicarse las definiciones de las tres zonas (zonas 0, 1 y 2).

Los procedimientos de producción deberán diseñarse y adecuarse para que los emplazamientos zona 0 o zona 1 en particular, se reduzcan en número y extensión. En otras palabras, la nave y las instalaciones deberán ser principalmente zona 2 o no peligrosa. Cuando sea inevitable el escape de una sustancia inflamable, los escapes de los equipos de proceso deberán limitarse para dar un grado secundario, o si esto no es posible (donde sean inevitables los escapes de grado primario o continuo) los escapes deberían ser muy limitados en cantidad y proporción. Cuando, a posterior, se efectúe la clasificación de emplazamientos peligrosos, estos principios deberían considerarse prioritariamente. Conviene que el diseño, operación e implantación de los equipos de proceso garanticen que, incluso en el caso de funcionamiento anormal, la cantidad de sustancia inflamable que se escape a la atmósfera sea reducida y por lo tanto la extensión de la zona peligrosa sea menor.

2.10.7.1. Requisitos de los equipos

Los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes destinados a su empleo en emplazamientos comprendidos en el ámbito de la **ITC-BT-29**, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el **RD 400/1996 de 1 de marzo**.

Para aquellos elementos que no entran en el ámbito del mencionado **RD 400/1996** y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se considerarán conformes con las prescripciones de la presente Instrucción aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de control autorizados según lo dispuesto en el **RD 2200/1995, de 28 de diciembre**.

2.10.7.2. Instalaciones

La instalación eléctrica se ejecutará de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-EN 60079 -14, salvo que se contradiga con lo indicado en la **ITC-BT-29**, la cual prevalecerá sobre la norma.

2.10.7.3. Selección de los equipos eléctricos

Para seleccionar un equipo eléctrico el procedimiento a seguir comprende las siguientes fases:

1. Caracterizar la sustancia o sustancia implicadas en el proceso
2. Clasificar el emplazamiento en el que se va instalar el equipo
3. Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la siguiente tabla y que éstos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la norma UNE-EN 60079-14. Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre -20 °C y +40 °C el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente
4. Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

Tabla 6.- Categoría de los equipos admisibles para atmósfera de gases y vapores. Fuente: RBT, ITC-BT-29.

2.10.7.4. Volumen de prohibición

En la zona de taller de reparación debido a que es un espacio con riesgo de incendio o explosión se establece un volumen de prohibición de 0,5 m desde el suelo de la nave. En dicho volumen queda totalmente prohibido la instalación de cualquier equipo eléctrico.

2.10.8. Sistemas de instalación

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-20** en cuanto se refiere a *“Instalaciones interiores o receptoras, sistemas de instalación”* y norma **ITC-BT-21** en cuanto se refiere a *“Instalaciones interiores o receptoras, tubos y canales protectoras”*.

2.10.8.1. Prescripciones generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

2.10.8.2. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas

según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión.
- Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
 - En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
 - Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen enterrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- A las canalizaciones enterradas, los tubos protectores han de ser conformes a lo que establece la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas han de ser, para las instalaciones ordinarias, las que indica la tabla 8 de la ITC-BT-21.
- Se recomienda instalar los tubos enterrados a una profundidad mínima de 0,45 m del pavimento o nivel del terreno en el caso de tubos debajo de aceras, y de 0,60 m en el resto de los casos.
- Se recomienda un recubrimiento mínimo inferior de 0,03 m, y un recubrimiento mínimo superior de 0,06 m.
- Se considera tierra ligera la tierra uniforme que no sea del tipo pedregosa y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Tierra pesada es del tipo pedregosa y dura y con cargas superiores pesantes, como calzadas y vías férreas. Cuando el suelo sea del tipo pedregoso y duro y a más las cargas superiores sean pesadas, los tubos han de presentar obligatoriamente una resistencia a la compresión de 750 N.
- El cumplimiento de estas características se ha de realizar de acuerdo con los ensayos que indica la norma UNE-EN 50.086-2-4.
- Los tubos han de tener un diámetro que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la tabla 9 de la ITC-BT-21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables por conducir.
- Los conductores para este tipo de montaje serán de una tensión asignada 0,6/1kV de acuerdo con la norma UNE-EN 50086-2-4.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros.
- Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 %.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.10.8.3. Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X, grado de resistencia a la corrosión 4 y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas" de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Con este tipo de canales protectoras se puede:

- Utilizar conductores aislados de tensión asignada no inferior a 450/750 V

- Colocar mecanismos como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., en el interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- Realizar empalmes de conductores en el interior y conexiones a los mecanismos

Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas. Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.10.9. Cuadro principal

Dada la situación del cuadro principal en la nave este apartado queda afectado por la norma **ITC-BT-28** en cuanto se refiere a **“Locales de pública concurrencia”** ya que la zona de exposición y venta se considera local de pública concurrencia. De acuerdo con esto se detallan las prescripciones de carácter general:

- a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no

propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

- c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

2.10.9.1. Aplicación al proyecto

El cuadro principal estará situado en la habitación de contadores contigua a la entrada principal.

Las medidas del armario eléctrico serán las suficientes para poder incluir en su interior el número de protecciones eléctricas con sus correspondientes conexiones según se indica en el plano 10 del presente proyecto (esquema unifilar del cuadro principal). El armario eléctrico dispondrá de dos puertas y cerradura para su utilización.

Del cuadro principal se derivará a la instalación interior. Se derivarán 20 líneas del cuadro principal:

- 7 líneas para subcuadros
- 3 líneas para tomas de corriente de diferentes usos y zonas
- 2 líneas para ventilación
- 1 línea para la centralita de seguridad
- 1 línea para la centralita de incendios
- 4 líneas para equipos de aire acondicionado
- 1 línea para el motor de una persiana
- 1 línea para la iluminación exterior de la zona de acceso principal

El cuadro principal estará conectado a tierra y dispondrá del embarrado general de toma de tierra donde se conectarán los conductores de protección de todos los circuitos que partan del mismo. Los embarrados y elementos con tensión se protegerán de posibles contactos accidentales, utilizando materiales aislantes.

La envolvente del cuadro principal cumplirá con la norma UNE 20451 y UNE-EN 60439 y el grado de protección será de IP 30, como mínimo, según la norma UNE 20324 y IK07 según UNE-EN 50102.

Dadas las características del cuadro principal y su situación se cumplen con las prescripciones de pública concurrencia.

Las características del cuadro principal, así como los circuitos asignados al mismo y sus cálculos vienen detallados en la tabla eléctrica de la memoria (anexo A) y en los esquemas correspondientes del presente proyecto.

2.10.10. Subcuadros

Este apartado queda afectado por las normas **ITC-BT-28** en cuanto se refiere a **“Locales de pública concurrencia”** y **ITC-BT-29** en cuanto se refiere a **“Locales con riesgo de incendio o explosión”**.

Las medidas de los armarios eléctricos serán las suficientes para poder incluir en su interior el número de protecciones eléctricas con sus correspondientes conexiones según se indica en los esquemas del presente proyecto (esquemas unifilares subcuadros).

Todos los cuadros estarán conectados a tierra y dispondrán de embarrado de toma de tierra donde se conectarán los conductores de protección de todos los circuitos que partan del mismo. Los embarrados y elementos con tensión se protegerán de posibles contactos accidentales, utilizando materiales aislantes.

Las envolventes de dichos subcuadros cumplirán con la norma UNE 20451 y UNE-EN 60439 y el grado de protección será de IP 30, como mínimo, según la norma UNE 20324 y IK07 según UNE-EN 50102.

Del cuadro principal salen 7 subcuadros para las diferentes zonas de la nave.

2.10.10.1. Sistema de instalación subcuadros

Este apartado queda afectado por las normas **ITC-BT-28** en cuanto se refiere a **“Locales de pública concurrencia”** y **ITC-BT-29** en cuanto se refiere a **“Locales con riesgo de incendio o explosión”**.

Las líneas hacia subcuadros que discurran por la zona de exposición y venta irán instaladas mediante bandejas perforadas de acero galvanizado, de 150 x 50 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios según UNE-EN 6153 en montaje superficial cumpliendo con las prescripciones anteriormente descritas en el presente proyecto. Se instalarán a una altura no inferior a 3,5 m.

Las líneas a subcuadros que discurran por la zona de taller de reparación irán instaladas mediante bandejas perforadas de acero galvanizado en el interior de tubos serie UNE-EN 50086 en montaje superficial y a una altura no inferior a 5 m.

Las líneas de subcuadros partirán del cuadro principal y realizarán el trayecto hasta ellos sin ningún cambio de sección.

Dadas las características del montaje de las líneas a subcuadros se cumplen con las prescripciones de pública concurrencia y de riesgo de incendio o explosión.

2.10.10.2. Conductores

Este apartado queda afectado por las normas **ITC-BT-28** en cuanto se refiere a **“Locales de pública concurrencia”** y **ITC-BT-29** en cuanto se refiere a **“Locales con riesgo de incendio o explosión”**.

Se utilizarán cables multiconductores de cobre RZ1-K (AS) siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) según UNE 21123-4.

Dadas las características del cableado de las líneas a subcuadros se cumplen con las prescripciones de pública concurrencia y de riesgo de incendio o explosión.

Los cálculos de dichas líneas se encuentran detallados en la tabla eléctrica del presente proyecto (anexo A) y representadas en el plano 8 y 9 del mismo.

2.10.11. Líneas a receptores

Las líneas a receptores partirán directamente desde el cuadro principal y los subcuadros (repartidos por las diferentes zonas de la nave) a alimentar los diferentes receptores que existen.

2.10.11.1. Sistemas de instalación líneas a receptores

Este apartado queda afectado por las normas **ITC-BT-28** en cuanto se refiere a **“Locales de pública concurrencia”** y **ITC-BT-29** en cuanto se refiere a **“Locales con riesgo de incendio o explosión”**.

Se escogerá el tipo de canalización más adecuado entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20460-5-52 en función de las influencias externas.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

Las líneas a receptores irán instaladas, dependiendo de sus características, mediante montaje superficial, empotrado y enterrado siempre cumpliendo con las prescripciones anteriormente detalladas en el presente proyecto para cada tipo. Los distintos sistemas de instalación para cada línea se reflejan en la tabla eléctrica de cálculos (Anexo A).

En la zona de taller de reparación los tubos cumplirán con las especificaciones que se detallan en la norma UNE-EN 50086 debido al riesgo de incendio o explosión (que quedan detalladas en el pliego de condiciones del presente proyecto).

Las líneas de alumbrado que se encuentran en las zonas de exposición y venta, oficinas, servicios, vestíbulo de entrada, habitación cuadro principal, almacén y servicios más vestuarios para hombres y mujeres (concesionario) discurrirán sobre falso techo en tubos rígidos cumpliendo con serie UNE-EN 50086 a una altura no inferior a 3,5 m de altura.

Las líneas de fuerza en montaje superficial en zona del concesionario discurrirán sobre falso techo a una altura no inferior a 3,5 m.

Las líneas de alumbrado en todo el espacio del taller de reparación irán instaladas sobre cercha de la nave a 10 m de altura en canal protectora de PVC rígido, de 40 x 90 mm, para alojamiento de cables eléctricos, incluso accesorios según UNE-EN 50085-1, con grado de protección IP 4X según UNE 20324 menos en cabina de pintura, espacio de residuos, vestuarios y servicios y cabina de pruebas que son espacios que disponen de cerramientos propios. Las luminarias de dicha zona irán colgadas 3 m.

Las líneas de fuerza en montaje superficial en zona del taller de reparación discurrirán a una altura no inferior a 5 m.

Las líneas, en general, partirán de los distintos cuadros y realizarán el trayecto hasta llegar a los receptores correspondientes sin ningún cambio de sección.

Dadas las características del montaje de las líneas a receptores se cumplen con las prescripciones de pública concurrencia y de riesgo de incendio o explosión.

Todos los cálculos quedan reflejados en la tabla eléctrica de cálculos de la memoria (anexo A) y las líneas de alumbrado seguirán el trazado que se detalla en el plano correspondiente del presente proyecto.

2.10.11.2. Conductores

Sistema instalación	Conductor
Enterrado	Cable multiconductor o cables unipolares RZ1-K (AS) 0,6/1kV, no propagadores de incendio con baja emisión de humos y opacidad reducida.
Superficial y Empotrado	Cable multiconductor o cables unipolares tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua.

Tabla 7.- Tipo de conductores dependiendo del sistema de instalación. Fuente: Elaboración propia.

Dadas las características del cableado de las líneas a receptores se cumplen con las prescripciones de pública concurrencia y de riesgo de incendio o explosión.

2.11. Protección contra sobreintensidades

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-22** en cuanto se refiere a **“Instalaciones interiores o receptoras, protección contra sobreintensidades”**.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas

- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

2.12. Protección contra sobretensiones

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-23** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones interiores o receptoras, protección contra sobretensiones”***.

2.12.1. Categoría de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-	8	6	4	2,5

Tabla 8.- Categorías de las sobretensiones. Fuente: ITC-BT-23.

Categoría I: Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II: Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III: Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentada: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV: Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobre intensidades, etc.).

2.12.2. Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

2.12.3. Selección de los materiales de la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría. Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

2.13. Protección contra los contactos directos e indirectos

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-22** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones interiores o receptoras, protección contra los contactos directos e indirectos”***.

2.13.1. Protección contra contactos directos

- Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2.13.2. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra. Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U \quad (1)$$

Donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial residual asignada
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 o 24 V)

2.14. Puestas a tierra

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-18** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones de puesta a tierra”***.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación

de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas

2.14.1. Uniones a tierra

- Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

- Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Según apartado 3.4 ITC-BT-18	16 mm ² 16 mm ² acero galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro

Tabla 9.- Sección del conductor de tierra. Fuente: ITC-BT-18.

*La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

- Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

- Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Tabla 10.- Selección del conductor de protección. Fuente: ITC-BT-19.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm^2 , si los conductores de protección disponen de una protección mecánica
- 4 mm^2 , si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos
- conductores separados desnudos o aislados

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

2.14.2. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2 . Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2 si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

2.14.3. Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

2.14.4. Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

2.14.5. Separación ente las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que, durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($< 100 \Omega \cdot m$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

2.14.6. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

2.15. Cálculo de la puesta a tierra

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-18** en cuanto se refiere a **“Instalaciones de puesta a tierra”**.

El REBT establece los valores máximos de la resistencia a tierra. Estos valores suelen ser muy elevados (por ejemplo, para un diferencial de 300 mA se establece una resistencia admisible de 80 Ω y para un diferencial de 30 mA se establece una resistencia admisible de 800 Ω), por lo que en la práctica las tomas de tierra tienen valores muy inferiores a los exigidos por el REBT.

Se instalará una toma de tierra que se realizará con el número de electrodos suficiente para que su resistencia de difusión a tierra no sea superior a 37 Ω .

Dadas las características del terreno (limo, arcillas, tierras y gravas) se estima una resistividad del terreno de $150 \Omega \cdot m$. A continuación, aplicamos las siguientes fórmulas para el cálculo de la puesta a tierra.

$$R_p = \frac{\rho}{l} \quad (2)$$

Donde:

- R_p : resistencia de las picas en Ω
- ρ : resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$
- l : longitud de la pica en m

$$R_p = \frac{\rho}{l} = \frac{150}{2} = 75 \Omega \quad (3)$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (4)$$

Donde:

- R_c : resistencia del conductor enterrado en Ω
- ρ : resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$
- L : longitud del cable en m

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 75}{160} = 0,9375 \Omega \quad (5)$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{n^\circ \text{ picas}}{R_p} + \frac{1}{R_c} \quad (6)$$

Donde:

R_t : resistencia total

$$\frac{1}{R_t} = \frac{n^\circ \text{picas}}{R_p} + \frac{1}{R_c} = \frac{8}{75} + \frac{1}{0,9375} = 1,173 \, \Omega \quad (7)$$

$$R_t = \frac{1}{1,173} = 0,85 \, \Omega \quad (8)$$

$$0,85 \, \Omega < 37 \, \Omega$$

Se instalarán ocho picas de acero cobreado de 2 metros de longitud cada una y diámetro 14 mm, unidas por 160 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección, enterrado horizontalmente, realizándose las uniones mediante soldaduras aluminotérmicas. obteniéndose un valor de resistencia inferior a 37 Ω.

Una vez finalizada la instalación, el instalador electricista medirá la resistencia a tierra para comprobar estos valores y, en caso necesario, se instalarán las picas requeridas complementarias que garanticen el valor correcto.

2.15.1. Tierra para edificios sin pararrayos

El punto de conexión a tierra se situará, en el caso que nos ocupa, en el mismo recinto que el conjunto de cuadro y medida a una altura mínima de 25 cm desde el suelo, en el interior de una caja homologada que disponga de barra seccionadora.

La toma a tierra se realizará a través de 8 picas de 2 m de longitud, que será suficiente para que dé un valor inferior a 1 Ω (0,85 Ω). Estas estarán conectadas entre sí con un conductor desnudo de clase 2 según norma UNE 21022, con una sección de 50 mm².

La conexión de la caja seccionadora de tierra con el punto de puesta a tierra se realizará también con un conductor desnudo de clase 2, con una sección mínima de 35 mm².

2.16. Iluminación

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-44** en cuanto se refiere a **“Instalaciones de receptores, receptores para alumbrado”**.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las masas de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

2.16.1. Diseño del alumbrado

Para la realización del diseño del alumbrado de la nave y elección del tipo de receptor se ha utilizado el software "DIALuxevo". Mediante dicho programa se ha podido comprobar los requisitos mínimos exigidos a nivel lumínico para las diferentes zonas de la nave. Estos niveles de iluminación permitirán que los trabajadores y/o clientes dispongan de una visibilidad adecuada para poder realizar y desarrollar sus distintas actividades. Dicha iluminación ofrecerá una sensación de confort visual. Para ello se han instalado receptores de alumbrado totalmente eficientes, los cuales, disponen de un bajo consumo y una alta eficiencia luminosa.

Los resultados y simulaciones de cada una de las zonas y estancias se pueden encontrar en los anexos del presente proyecto.

Para la realización de los cálculos se ha considerado una altura de plano útil de 0,8 m desde el nivel del suelo para las distintas zonas de la nave y 0,5 m para servicios.

2.16.2. Niveles de iluminación

A continuación, se presentan los niveles de iluminación mínimo exigidos dependiendo del tipo de espacio y según **RD 486/1997, de 14 de abril**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y la norma **UNE-EN 12464-1:2003** Iluminación de los lugares de trabajo Parte I, lugares de trabajo en interiores:

Espacio	Nivel de iluminación (lux)
Exposición y venta	≥ 300
Almacén	≥ 200
Oficina	≥ 500
Zona taller	≥ 300
Zona paso de vehículos	≥ 300
Zona de estacionamiento de vehículos para entrega	≥ 300
Zona de estacionamiento de vehículos para reparar	≥ 300
Sala técnica	≥ 300
Espacio de residuos	≥ 300
Cabina de pintura	≥ 300
Habitación cuadro principal	≥ 200

Tabla 11.- Nivel de iluminación mínimo exigido según normativa. Fuente: Elaboración propia.

2.16.3. Receptores de alumbrado:

Espacio	Luminaria
Exposición y venta	24 luminarias de 4 x 36 W marca <i>ASTZ</i> modelo <i>LV007-4x36-031 PRB HF</i> repartidas en 4 líneas (L1, L2, L3 y L5).
Almacén	
Estanterías	
Recepción	
Zona previa a servicios	
Vestíbulo	20 lámparas de vapor de sodio a baja presión pendular de 250 W marca <i>GEWISS</i> modelo <i>GW85894S HERCULES</i> repartidas en 5 líneas (L6, L7, L8, L9 y L10).
Zona taller	
Estacionamiento de vehículos para reparar	
Estacionamiento de vehículo para entrega	
Zona de paso	
recambios y otros	14 luminarias de 2 x 58 W marca <i>Lenneper GmbH & Co</i> modelo <i>KG – LSF0258 1ST</i> repartidas en 4 líneas (L4, L5, L11 y L12).
box taller recepción	
zona de lavado	
Espacio de residuos	
Oficina	
Sala técnica	
Cabina de pintura	
Cabina de pruebas	



Habitación cuadro principal

4 luminarias de 2 x 36 W marca Lamp Lighting modelo BCN T8 1 x 36 W 1250MM AND instalada en una línea (L4).



Zona exterior fachada principal

6 lámparas de 150 W marca DW Winsor modelo Dover 500 150 W CDO-TT Lamp 10/25 Diamond Optic repartidas en dos líneas (L13 y L14).

Zona exterior fachada posterior



Tabla 12.- Receptores de alumbrado escogidos para las distintas zonas. Fuente: Elaboración propia.

2.16.4. Diseño del alumbrado exterior

Para el diseño del alumbrado del patio exterior se seguirá el “**reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior**”.

Como dispone el “**apartado 3.9 para aparcamientos de vehículos al aire libre**”, el alumbrado cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2, establecidos en la tabla 4 del citado reglamento:

Situaciones de proyecto	Tipo de vías	Clase de alumbrado
D1-D2	Aparcamiento en general	
	Flujo tráfico de peatones:	
	Alto.....	CE1A/CE2
	Normal.....	CE3/CE4

Tabla 13.- Clases de alumbrado según el tipo de vía. Fuente: Extracto de la tabla 4 del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

En la **tabla 9** del “**reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior**” se especifican la iluminancia media y la uniformidad media para viales tipo D y CE3:

Clase de alumbrado	Iluminancia media Em (lux)	Uniformidad media Um
CE3	15	0,40

Tabla 14.- Iluminancia e uniformidad media según clase de alumbrado. Fuente: Extracto de la tabla 4 del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

Con estos datos se instalan diferentes tipos de luminarias necesarias para cumplir con lo establecido en la tabla anterior. En los planos del presente proyecto se puede ver la situación de las luminarias.

2.16.4.1. Receptores de alumbrado exterior



Espacio	Luminaria
Patio exterior	2 luminarias de 1 x 64 W marca SIMON 103-000530016 Nath S RJ optic 6500 lm (L16).
	
Patio exterior	6 luminarias de 1 x 102 W marca SIMON 104-000740016 Nath L RJ optic 10500 lm (L15).
	

Tabla 15.- Receptores de alumbrado para el patio exterior. Fuente: Elaboración propia.

2.17. Receptores a motor

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-18** en cuanto se refiere a ***“Instalaciones de receptores, motores”***.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

2.18. Batería de condensadores

Este apartado hace referencia a la norma **ITC-BT-43** en cuanto se refiere a “**Instalaciones de receptores, prescripciones generales**”.

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los cuales resulte un factor de potencia inferior a 1, pueden ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

En este caso se realizará una compensación de energía reactiva para toda la instalación. Se dispondrá de una batería de condensadores de regulación automática para compensar un factor de potencia que siempre sea superior al 0,95. El armario de la batería estará localizado junto la caja de protección y medida.

La potencia máxima admisible de la instalación es de 152,56 kW. Se adopta un $\cos \varphi$ medio de la instalación de 0,85. Elevaremos el $\cos \varphi$ a 0,95.

Calculamos la potencia reactiva:

$$Q_c = P_{estimada} \cdot (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f) \quad (9)$$

Donde:

Q_c : potencia reactiva calculada

$P_{estimada}$: potencia máxima admisible de la instalación en kW

$\tan \varphi_i$: ángulo estimado de la instalación en el inicio

$\tan \varphi_f$: ángulo de la instalación después de la compensación

$$Q_c = 152,56 \cdot (\tan 31,788^\circ - \tan 18,194^\circ) = 44,398 \text{ kVar} \quad (10)$$

Con el valor obtenido se buscará el valor del fabricante (el inmediatamente superior): Se escoge batería de condensadores marca *Circuitor* modelo *OPTIM3A-62,5-440* de 51 kVar.

Ahora calcularemos la intensidad nominal del interruptor:

$$I_N = \frac{Q_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 1} \quad (11)$$

Donde:

I_N : intensidad nominal

Q_c : potencia reactiva de la batería de condensadores en Var

V : tensión nominal

$$I_N = \frac{51000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 73,61 \text{ A} \quad (12)$$

El interruptor automático tiene que ser 1,43 veces la intensidad nominal:

$$I = 1,43 \cdot I_N = 1,43 \cdot 73,61 = 105,26 \text{ A} \quad (13)$$

Según **tabla 1 de la ITC-BT-19** escogemos cable de 35 mm^2 que aguanta 119 A.

3. Instalación contra incendios

Este apartado tiene como objeto definir las necesidades y características constructivas de la nave y establecer las condiciones técnicas de la instalación de protección contra incendios de la misma. En ella se describen los elementos necesarios a instalar, las características de dichos elementos y los requisitos mínimos que la instalación contra incendios ha de seguir para cumplir con la normativa vigente.

Se comprende por instalación contra incendios la instalación de los elementos necesarios para la protección pasiva y activa contra incendios de la nave industrial.

3.1. Normativa aplicable

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Edificios Industriales (RSCIEI).
- Guía técnica de aplicación: Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Código Técnico de Edificación (CTE). Documento básico de SI - Seguridad en caso de incendio.
- INT/322/2012, de 11 de octubre, por el cual se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- INT/324/2012, de 11 de octubre, por el cual se aprueban las instrucciones técnicas genéricas de prevención y seguridad en materia de incendios en establecimientos, actividades, infraestructuras, y edificios.

3.2. Características del establecimiento industrial

Según **RSCIE** dadas las características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno se define la nave industrial del presente proyecto como “*tipo B*” ya que ocupa totalmente un edificio que está adosado a otros edificios a una distancia igual o inferior a tres metros ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

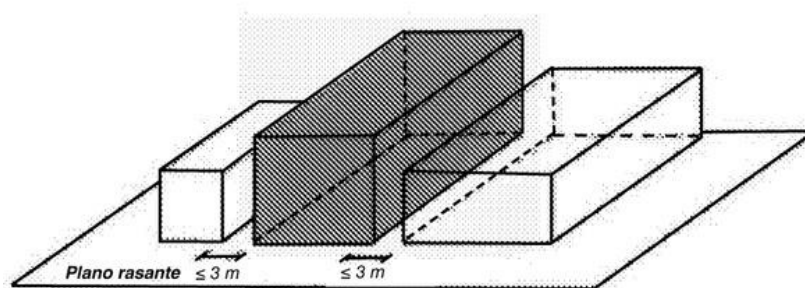


Figura 4.- Establecimiento industrial de tipología B según RSCIEI. Fuente: RSCIEI.

3.3. Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco

Según **RSCIEI** para los tipos de establecimiento A, B y C se considera “sector de incendio” el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

En este caso y según **RSCIEI** y **Código Técnico de Edificación (CTE)** se consideran dos sectores de incendio.

1. Sector de incendio zona exposición y venta
2. Sector de incendio zona taller de reparación

El taller de reparación de automóviles es una zona de uso industrial y se regula según su reglamentación específica (**RSCIEI**) y debe constituir sector de incendio independiente respecto de la zona de venta, la cual, es un establecimiento anexo dedicado a la venta de automóviles y por lo tanto le es aplicable el **DB SI**, con sus condiciones particulares para el “uso Comercial” (Sección SI 1-1 Tabla 1.1).

Los requisitos tanto constructivos como de instalaciones necesarias del sector de incendio 1 se evaluarán según el **Código Técnico de Edificación (CTE) Documento básico de SI - Seguridad en caso de incendio**.

El nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio 2 se evaluará, según **RSCIEI**, de la siguiente forma:

1. Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (14)$$

Donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = poder calorífico, en MJ/kg o $Mcal/kg$, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2 .

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i , de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, R_a , pueden deducirse de la tabla 1.2 del **RSCIEI**.

Los valores del poder calorífico, q_i , de cada combustible, pueden deducirse de la tabla 1.4. del **RSCIEI**.

2. Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones:
 - a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (15)$$

Donde:

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los diferentes procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m^2 o Mcal/m^2 .

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .

Los valores de la densidad de carga de fuego media, q_{si} , pueden obtenerse de la tabla 1.2. del **RSCIEI**.

b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (16)$$

Donde:

q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m^3 o Mcal/m^3 .

h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m^2 .

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico q_{vi} , aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la tabla 1.2. del **RSCIEI**.

El nivel de riesgo intrínseco del conjunto de los sectores de incendio se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_e :

$$Q_e = \frac{\sum_i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_i A_i} \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (17)$$

3.3.1. Sector de incendio zona taller de reparación

Utilizando las expresiones y tablas anteriores descritas se realiza el cálculo de la densidad de carga de fuego para el sector de incendio de la zona del taller de reparación y para el conjunto de estos y en consecuencia se determinará el nivel de riesgo intrínseco. Dichos cálculos quedan reflejados en la siguiente tabla:

Sector	Espacios	Actividad	q_s/q_v (Mcal/m ²)	R_a	h (m)	C	S (m ²)	$q_s \cdot C \cdot R_a \cdot S / q_v \cdot C \cdot h \cdot S$ (Mcal)
Sector 2	Zona taller	Automóviles, reparación	72	1		1,6	367,48	42333,70
	Zona de paso vehículos	Oficinas comerciales	192	1,5		1	228,71	65868,48
	Almacén	Automóviles, almacén de accesorios	50,825	1,5	3,5	1,6	76,15	21673,81
	Estacionamiento para vehículos para entrega	Automóviles, garajes y aparcamientos	48	1		1	48,45	2325,60
	Estacionamiento vehículos reparados o por reparar	Automóviles, garajes y aparcamientos	48	1		1	117,27	5628,96
	Cabina de pintura	Talleres de pintura	120	1,5		1,6	32,24	9285,12
	Cabina de pruebas	Aparatos, talleres de reparación	144	1		1	25,31	3644,64
	Vestuario más servicio hombres	Oficinas comerciales	192	1,5		1	8,26	2378,88
	Vestuario más servicio mujeres	Oficinas comerciales	192	1,5		1	8,39	2416,32
	Zona de lavado	Aparatos, talleres de reparación	144	1		1	24,42	3516,48
	Box taller recepción	Oficinas técnicas	144	1		1	14,97	2155,68

Recambios y otros	Automóviles, venta de accesorios	72	1	1,3	47,91	4484,38
Espacio de residuos	Talleres de reparación	96	1	1	15,89	1525,44
TOTAL						167237,49

Sector	Área	qs*Ra*A (Mcal)	Qs/Qe	Nivel riesgo intrínseco
1	1015,45	167237,49	164,69	BAJO Categoría 2

Tabla 16.- Cálculo de carga de fuego y determinación del riesgo intrínseco del sector de incendio de la zona de taller de reparación. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del cálculo de la densidad de carga de fuego del almacén se ha utilizado el *Método Gretnener*. Dicho cálculo se adjunta en los anexos del presente proyecto.

Tal y como se puede comprobar en la anterior tabla queda determinado el nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio de la zona de taller de reparación y del conjunto de los mismos. Para realizar tal valoración se ha utilizado la tabla 1.3 del **RSCIEI** tal y como especifica.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 17.- Determinación del riesgo intrínseco del sector de incendio. Fuente: RSCIEI.

A continuación, se valorarán todos los requisitos tanto constructivos como de instalaciones necesarias teniendo en cuenta el nivel de riesgo intrínseco para cada sector de incendio y siguiendo las normativas aplicables para cada caso.

3.4. Sector de incendio zona exposición y venta

En este caso la normativa aplicable es el **“Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio” (SI)** ya que el espacio en cuestión es una zona de venta de vehículos anexa al taller de reparación y como tal, tiene que constituir sector de incendio independiente cumpliendo con la normativa anteriormente comentada con sus condiciones particulares para el **“uso Comercial”**.

3.4.1. Sectorización

Según establece el **“Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio”** los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la **tabla 1.1 de la sección SI 1**. Como se ha descrito anteriormente el espacio que nos ocupa es una zona de principalmente de exposición y venta de vehículos anexa al taller de reparación y como tal, tiene que constituir sector de incendio independiente cumpliendo con el **“Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio”** y sus condiciones particulares para el uso Comercial.

El sector de incendio tiene un área de $477,32 \text{ m}^2$ y como se puede comprobar en la **tabla 1.1** cumple con los requisitos:

Comercial ⁽³⁾

- Excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes, la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de:
 - i. 2500 m², en general;
 - ii. 10000 m² en los establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y cuya altura de evacuación no exceda de 10 m ⁽⁴⁾.
- Las zonas destinadas al público pueden constituir un único sector de incendio en establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad edificio exento íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y dispongan en cada planta de salidas de edificio aptas para la evacuación de todos ocupantes de las mismas ⁽⁴⁾.

En Centros Comerciales, cada establecimiento de uso Pública Concurrencia:

- i. En el que se prevea la existencia de espectáculos (incluidos cines, teatros, discotecas, salas de baile, etc.) cualquiera que sea su superficie;
- ii. Destinado a otro tipo de actividad cuando su superficie construida exceda de 500 m².

Debe constituir al menos un sector de incendio diferenciado, incluido el posible vestíbulo común a diferentes salas ⁽⁵⁾..

Tabla 18.- Condiciones de compartimentación en sectores de incendio. Fuente: “Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio” (SI).

(3) Se recuerda que las zonas de uso industrial o de almacenamiento a las que se refiere el ámbito de aplicación del apartado Generalidades de este DB deben constituir uno o varios sectores de incendio diferenciado de las zonas de uso Comercial, en las condiciones que establece la reglamentación específica aplicable al uso industrial.

(4) Los elementos que separan entre sí diferentes establecimientos deben ser EI 60. Esta condición no es aplicable a los elementos que separan a los establecimientos de las zonas comunes de circulación del centro.

(5) Dichos establecimientos deberán cumplir además las condiciones de compartimentación que se establecen para el uso Pública Concurrencia.

3.4.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan el sector de incendio

Según dispone el “**Documento Básico del CTE**” “**Seguridad en caso de incendio**” la resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que establece la tabla 1.2 de dicho reglamento.

Elemento	Planta bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación		
		$h \leq 15 \text{ m}$	$15 < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan el sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso				
Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI_2 tC5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas			

Tabla 19.- Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio. Fuente: “Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio” (SI).

(3) Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a la actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia

al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

(4) La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

(5) El 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

(6) Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan el aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

(7) El 180 si es un aparcamiento robotizado.

En nuestro caso según aplicación de la tabla 1.2 la resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas será de **EI 120**.

La estructura externa, paredes de carga, pilares y columnas son de hormigón armado, el cual posee una estabilidad al fuego de 240, con lo que cumple sobradamente las disposiciones que se hacen referencia en la tabla anterior.

3.4.3. Reacción al fuego de los elementos constructivos

Los elementos constructivos, del sector de incendio, deben cumplir con las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la siguiente tabla (**tabla 4.1** del “**Documento Básico del CTE**” “**Seguridad en caso de incendio**”).

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C – s2, d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B – s1, d0	C _{FL} – s1
Aparcamientos y Recintos de riesgo especial especial ⁽⁵⁾	B – s1, d0	B _{FL} – s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de viviendas), suelos elevados, etc.	B – s3, d0	B _{FL} – s1 ⁽⁶⁾

Tabla 20.- Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos. Fuente: “Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio” (SI).

- (1) Siempre que superen el 5 % de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.
- (2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.
- (3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.
- (4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.
- (5) Véase el capítulo 2 de esta Sección
- (6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

3.4.3.1. Cerramientos y acabados interiores. Revestimientos

- **Suelos (M0)**

Pavimento de gres en vestíbulo, recepción, habitación cuadro principal, oficina, servicios, estanterías y zona de exposición y venta.

- **Paredes y tabicones (M0)**

- Servicios: Revestimientos interiores en base a azulejo cerámico en toda la altura.
- Resto de espacios: Obra con revestimiento de yeso, excepto en las medianeras que quedan sin revestir.

- **Puertas**

Normales de madera en servicios y oficina. RF-60 en habitación cuadro principal y puerta de entrada.

3.4.4. Medianerías y fachadas

Como dispone el **“Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio”** los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

- **Fachada principal:** Valor mínimo: = RF – 60 → **RF – 360**.

Hasta una altura de 5 m: 14 paneles de hormigón de 2 m de base por 5 de altura soportados sobre estructura de 4 pilares que se prolongan hasta la máxima altura del edificio y una traviesa de hormigón sobre pestaña de los mismos a una altura de 5 m. Continúa cierre con estructura

de aluminio. Contiene puerta con anchura de 1,10 m y una altura de 1,90 m, estructura de aluminio y vidrio fijo de 1,50 x 2,30 m sobre la misma.

De 5 m hasta altura máxima: Continúan los pilares antes mencionados y sobre los mismo se soporta una estructura metálica a la cual se fija un revestimiento de aluminio lacado exteriormente con cámara aislante. En el mismo se encuentran practicadas las siguientes oberturas:

- 22 m de ventanas correderas contiguas de doble hoja, medidas de 1,57 m x 1,35 m practicadas a 6,84 m de altura des del nivel del suelo.
- Obertura con vidrio fijo de medidas de 2,41 m x 2,28 m.

3.4.5. Cubiertas

Según establece el “Documento Básico del CTE” “Seguridad en caso de incendio” con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* EI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

Valor mínimo: RF – 60 → **RF – 120**.

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de *reacción al fuego* BROOF (t1).

3.4.6. Evacuación

Para el cálculo de la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación descritos en la tabla 2.1 del “**Documento Básico del CTE**” “**Seguridad en caso de incendio**”.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla el cálculo de ocupación del sector de incendio.

Espacio	Superficie (m2)	CTE-DB-SI (*)	Ocupación p
Vestíbulo de entrada	8,75	2	4
Recepción	12,83	2	6
Habitación cuadro principal	3,07	X	NULA
Exposición y venta	357,85	5	71
Espacio previo a servicios	14,19	2	7
Servicios	16,12	10	1
Oficina	22,42	10	2
Estanterías	42,09	10	4
TOTAL	477,32		95

Tabla 21.- Cálculo de ocupación del sector de incendio. Fuente: Elaboración propia.

(*) $m^2/Persona$ CTE

Como se puede observar la ocupación total es de 95 personas.

3.4.6.1. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Según la **tabla 3.1** del “**Documento Básico del CTE**” “**Seguridad en caso de incendio**” el sector de incendio pertenece al grupo de “*Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto, respectivamente*”, la ocupación no excede de 100 personas (95 personas) y la longitud de los recorridos de evacuación no excede de 50 m al tratarse de una única planta.

Recorridos: En el plano correspondiente del presente proyecto se puede comprobar un recorrido de evacuación de 33 m cumpliendo con lo comentado anteriormente.

Accesos: Ubicada en fachada principal. Formada por puerta que da acceso al vestíbulo. Medidas de 1,90 x 1,10 m.

3.4.6.2. Dimensionado de los medios de evacuación

Cálculo suficiencia puertas

Dimensionado de los elementos de evacuación:

$$\text{Puertas y pasos:} \quad A \geq P/200 \quad (18)$$

Donde:

A: anchura del elemento (m).

P: número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Fachada posterior

$$A = \frac{P}{200} \rightarrow P = A \cdot 200 \quad (19)$$

$$P = A \cdot 200 = 1,10 \cdot 200 = 220 \text{ personas/puerta (puerta anchura 1,10 m)} \quad (20)$$

Dada la ocupación (95 personas) la obertura es suficiente.

3.4.7. Señalización

Según **apartado 7, Señalización de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)**: Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales.
- c) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- d) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo especificado en la norma UNE 23035-4:2003.

Según **apartado 2, Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios, de la sección SI 4, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)**: Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores

manuals de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- I. 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- II. 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- III. 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo especificado en la norma UNE 23035-4:2003.

3.4.8. Instalaciones de protección contra incendios

Según establece el **apartado 1 de la Sección SI 4 del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)**: los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la *tabla 1.1*.

En este caso el sector de incendio dispondrá:

Extintores portátiles: De eficacia 21A – 113B – C a 15 m de recorrido, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Bocas de incendio: Se instalarán bocas de incendio equipadas (BIE) aunque no sean necesarias para uso comercial ya que la superficie no excede de 500 m^2 (superficie sector de incendio: $477,32\text{ m}^2$).

Central de alarma de incendio: No requerida por normativa. Se dispondrán de 3 señales acústicas, 3 pulsadores y una central de alarma de incendio.

La instalación de las bocas de incendio y la central de alarma de incendio quedan especificados en los apartados correspondientes del siguiente apartado.

3.5. Sector de incendio zona taller de reparación

En este caso la normativa aplicable es el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (**RSCIEI**).

3.5.1. Sectorización

El sector de incendio que nos ocupa tiene un área de $1015,45\text{ m}^2$ y un nivel de riesgo intrínseco BAJO categoría 2 cumpliendo con lo establecido en la tabla 2.1 del RSCIEI:

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 22.- Máxima superficie construida de cada sector de incendio. Fuente: RSCIEI.

3.5.2. Materiales

3.5.2.1. Productos de revestimientos

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: C_{FL-S1} (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: $C_{-S3 d0}$ (M2), o más favorable
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán $C_{-S3 d0}$ (M2), o más favorables.
- Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A1 y (M0).

3.5.2.2. Cerramientos y acabados interiores. Revestimientos

- **Suelos (M0)**

Pavimento de gres en almacén, espacio para residuos y zona de recambios y otros. En el resto de espacios se dispone de pavimento continuo de resina sintética con aplicación de capa antideslizante.

- **Paredes y tabicones (M0)**

- Vestuarios y servicios: Revestimientos interiores en base a azulejo cerámico en toda la altura.
- Box taller recepción y zona de recambios y otros: Cerramientos prefabricado en madera y vidrio.
- Resto de espacios: Obra con revestimiento de yeso, excepto en las medianeras que quedan sin revestir.

- **Puertas**

Normales de madera en servicios y vestuarios. RF-60 en almacén y espacio para residuos.

3.5.3. Estructura portante. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Según **RSCIEI** la justificación de que un elemento constructivo portante alcance el valor de estabilidad al fuego exigido se acreditará por: Comprobación de las dimensiones de la sección transversal del elemento con lo indicado en las tablas, según el material, en los **anejos C a F** del **Código Técnico de la Edificación: Documento Básico “seguridad en caso de incendio”**.

Elementos estructurales que se disponen:

Estructura portante	Configuración	Resistencia al fuego
Vigas	Jácnas de hormigón armado sobre pilares	EF - 240
Soportes	Pilares de hormigón de medidas 400 x 450 mm	EF - 240

Tabla 23.- Resistencia al fuego de los elementos estructurales. Fuente: Elaboración propia.

La estabilidad al fuego mínima exigida según **RSCIEI tabla 2.2** para las características de la nave industrial y el nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio (Planta sobre rasante, tipo B y BAJO) es de EF-60. Por lo tanto, cumple con la normativa dispuesta.

Estructura principal y secundaria de cubierta

Cubierta a dos aguas desde el centro. Pendiente del 10 %. Cubierta ligera sobre jácnas de hormigón armado. El peso no excede de 100 kg/m^2 .

Panel rígido metálico ondulado. Doce oberturas de luz de material plástico ondulado de misma serie que el metálico con acoplamiento estanco al mismo.

La estabilidad al fuego exigida en la estructura principal de cubiertas ligeras y de sus soportes en plantas sobre rasante no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes según RSCIEI tabla 2.3 (planta sobre rasante, tipo B y BAJO) es de **EF-15**.

3.5.4. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Según **RSCIEI** la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la *tabla 2.2*, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio. En este caso:

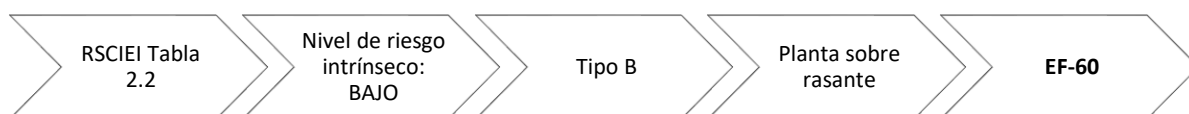


Figura 5.- Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento. Fuente: Elaboración propia.

La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será como mínimo:



Figura 6.- Resistencia al fuego de medianería o muros colindantes con otro establecimiento. Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.1. Cerramientos primarios

- **Elementos constructivos delimitadores entre naves. Medianeras:** Los cerramientos están formados por paredes de 250 mm, (bloque de 200 x 200 x 400 mm) obra en base a bloques de hormigón tipo calizo en toda la altura. **RF – 180**.
- **Compartimentación cubierta: RF – 120.**

Según **RSCIEI** cuando una medianería o un elemento constructivo de compartimentación en sectores de incendio acometa a la cubierta, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura sea igual a 1 m.

Las vigas que lindan con naves adyacentes tienen una superficie de hormigón formando un ala horizontal, saliendo hacia el interior 1 m, y a menos de 0,40 m de la cubierta, por cortafuegos según normativa.

Valor mínimo: $RF - 120/2 = RF - 60 \rightarrow \mathbf{RF - 240}$.

Dado que la mencionada ala forma parte de la propia estructura, no se requiere justificación de este valor mediante certificación de conformidad, el ensayo del material, ni tampoco el aporte de certificación emitida por una entidad acreditada.

- **Fachada posterior**

Los cierres de la fachada posterior están formados por 4 pilares de hormigón y adherida una estructura de sujeción de compuertas. A partir de 6 m de altura hacia arriba consta de chapa metálica sujeta sobre la misma estructura. Se encuentran practicadas 5 oberturas según descritos en el apartado anterior de accesos. **RF – 240**.

3.5.4.2. Propagación exterior horizontal y vertical

Según **RSCIEI** las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, o bien la cuarta parte de aquella cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo. Como se describe anteriormente la resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será como mínimo REI 120 (**RF – 120**).

Valor: $RF - 120/2$: **RF – 60**

Las puertas cortafuego deberán disponer de un sistema de auto cierre C5 (al igual que marca el **CTE**). Si se justifica un menor uso podrán ser C3.

En este caso no existen paredes de cerramiento que contengan ventanas de diferentes sectores de incendio, únicamente existen compuertas de cierre automático y comunicación vertical a un espacio exterior.

Como dispone **RSCIEI** todos los huecos horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego (para este caso) que no será menor de:

- a. La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- b. Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de registro de patinillos de instalaciones.
- c. La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Según **RSCIEI** cuando las tuberías que atraviesan un sector de incendios estén hechas de material combustible o fusible, el sistema de sellado debe asegurar que el espacio interno que deja la tubería al fundirse o arder también queda sellado.

3.5.5. Evacuación

Según el **apartado 6 del RSCIEI** para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100 \quad (21)$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200 \quad (22)$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500 \quad (23)$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p \quad (24)$$

Donde:

P: Ocupación del sector de incendio.

Espacio	Superficie (m ²)	CTE-DB-SI (*)	RSCIEI (**)	Ocupación p
Almacén	76,15		X	1
Residuos	15,89		X	1
Servicios + Vestuarios hombres	8,26	2		4
Servicios + Vestuarios mujeres	8,39	2		4
Cabina de pruebas	25,31		X	1
Zona de paso vehículos	228,71	NULA		NULA
Cabina de pintura	32,24		X	1
Zona de estacionamiento para vehículos reparados o por reparar	117,27	40		3
Zona taller	367,48		X	3
Zona de lavado	24,42		X	1
Estacionamiento vehículos para entrega	48,45		X	1
Box taller recepción	14,97		X	1
Recambios y otros	47,91		X	1
TOTAL	1015,45			22

Tabla 24.- Cálculo de la evacuación del sector de incendio. Fuente: Elaboración propia.

(*) $m^2/Persona$ CTE indica que en caso de espacios con ocupación no especificada debe satisfacer las condiciones establecidas en CTE – BD – SI.

(**) $m^2/Persona$ RSCIEI p: número de persona que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Como $22 < 100$ aplicamos la siguiente expresión:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100 \rightarrow P = 1,10 \cdot 22 = 24,2 \approx 25 \text{ personas} \quad (25)$$

3.5.5.1. Elementos de evacuación

Según cálculo RSCIEI para verificar las condiciones límite de evacuación del local se ha considerado la ocupación máxima.

Longitud de los recorridos de evacuación

Según la tabla del apartado 6.3.2:

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo (*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 25.- Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas. Fuente: RSCIEI.

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 m.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 m.

Dadas las características de nuestro sector de incendio se disponen de 2 salidas alternativas permitiendo una distancia máxima de los recorridos de evacuación de 50 m.

Recorridos: Existen dos recorridos de evacuación siendo el más desfavorable de 44 m (acceso clientes). El otro recorrido es de 36 m (acceso personal). Dichos recorridos se pueden ver en el plano correspondiente del presente proyecto.

Accesos: 5 oberturas en fachada posterior, de las cuales 4 de estas tienen una medida de 2,07 x 2,02 m y una con puerta peatonal de medida 2,07 x 0,8 m.

Cuatro de estas oberturas hay practicadas las siguientes rampas:

- Acceso clientes: Formada por escalera y rampa adaptada. Ocupa la anchura de un muelle (dos oberturas).
- Acceso vehículos: Ocupa dos oberturas.
- Acceso personal: Ocupa una obertura.

3.5.5.2. Dimensionado de los medios de evacuación

Cálculo suficiencia puertas

Dimensionado de los elementos de evacuación:

$$\text{Puertas y pasos:} \quad A \geq P/200 \quad (26)$$

Donde:

A: anchura del elemento (m).

P: número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Fachada posterior

$$A = \frac{P}{200} \rightarrow P = A \cdot 200 \quad (27)$$

$$P = A \cdot 200 = 2,02 \cdot 200 = 404 \text{ personas/puerta (puerta anchura 2,02 m)} \quad (28)$$

$$P = A \cdot 200 = 0,80 \cdot 200 = 160 \text{ personas/puerta (puerta anchura 0,80 m)} \quad (29)$$

Dada la ocupación (25 personas) las oberturas son suficientes.

3.5.6. Señalización

Según **apartado 7, Señalización de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)**: Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- e) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- f) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales.
- g) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- h) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo especificado en la norma UNE 23035-4:2003.

Según establece el **apartado 17 del anexo III del RSCIEI** se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el **RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**.

Según **apartado 2, Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios, de la sección SI 4, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)**: Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- IV. 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- V. 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- VI. 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo especificado en la norma **UNE 23035-4:2003**.

Según establece el apartado 17 del anexo III del RSCIEI se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el **RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**.

3.5.7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

Al resultar nivel de riesgo bajo no requiere sistema de evacuación de humos. En el apartado de ventilación de la memoria se describe el sistema de renovación de aire total de la nave.

3.5.8. Almacenamientos

Se dispone de sistema manual e independiente. Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación tienen una anchura libre igual o superior a 1 m y los pasos transversales entre estanterías son inferiores a 10 m.

El material constructivo de las estanterías es metálico de acero: Como se ha descrito anteriormente los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

3.5.9. Instalaciones de protección contra incendios

3.5.9.1. Sistemas de detección y extinción de incendio

Según establece el **apartado 8 del anexo III del RSCIEI** se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Se colocará uno de eficacia en lugar visible como mínimo cada 15 m. Se prevé por proyecto nuevo y dadas las características del sector de incendio (riesgo bajo) extintores de eficacia 21 A – 113 B – C dispuestos según plano correspondiente del presente proyecto.

No se requiere sistemas automáticos de detección de incendio.

3.5.9.2. Sistemas manuales de alarma de incendio

Según **apartado 4 del anexo III del RSCIEI** se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.

Se disponen 4 señales acústicas, 6 pulsadores y una central de alarma de incendio.

Los pulsadores se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no supera los 25 m.

La instalación de la central de alarma de incendio y la conexión de los pulsadores y las sirenas se realizará mediante tubo de PVC rígido curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal y en montaje superficial a una altura no inferior a 3,5 m en zona concesionario y de 4 m para el resto de espacios.

En el plano correspondiente del presente proyecto se ver la situación de los diferentes equipos.

3.5.9.3. Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios.

Se instalarán BIE si el nivel de riesgo intrínseco es bajo en el caso de edificio industrial de tipo B (aunque no sea necesario la instalación de dicho equipo).

Tal y como cita el **RSCIEI**, se deberán de cumplir los siguientes requerimientos hidráulicos:

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 26.- Requerimientos BIE. Fuente: RSCIEI.

* Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

Existen 3 BIE en dicho sector, de los cuales, solo 2 podrán funcionar simultáneamente. Dichos equipos irán conectados a un grupo de presión inicial ubicado en el suelo de la fachada anterior de acceso a la nave.

La instalación se realizará mediante tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2 1/2", 1 1/2" y 2", según UNE 19048 y en montaje superficial.

En el plano correspondiente del presente proyecto se puede ver la situación de las BIE y el trazado de los tubos, así como su diámetro.

3.5.9.4. Puerta de compartimentación

Se dispondrá de una puerta corredera de compartimentación entre los dos sectores de incendio. En estado de reposo la puerta se encontrará abierta permitiendo el paso entre los dos sectores de incendio. En el caso de incendio y cuando se active un pulsador contra incendio de cualquier sector la puerta actuará de forma automática y cerrará el paso, compartimentando los dos sectores de incendio.

3.5.9.5. Sistemas de alumbrado de emergencia

Según establece el **apartado 16 del anexo III del RSCIEI** contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en planta bajo rasante
- b) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor a 25 personas

Además, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

- a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mando de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 del RSCIEI) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.
- b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control d los sistemas de protección contra incendios.

En este caso, el sector de incendio cumple con las 4 condiciones expuestas anteriormente. Por lo tanto, se instalará alumbrado de emergencia de las vías de evacuación y alumbrado de emergencia según se puede ver en el plano correspondiente del presente proyecto.

Según establece el **apartado 3 de la ITC – BT – 28** en cuanto a iluminación de emergencia:

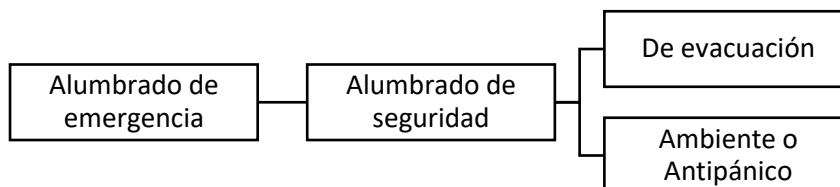


Figura 7.- Alumbrado de emergencia. Fuente: RBT ITC-BT-28.

Alumbrado de emergencia: Previsto para entrar en funcionamiento cuando se produzca un fallo en la alimentación del alumbrado normal.

Alumbrado de seguridad: Garantiza la iluminación durante la evacuación de una zona. Entra en funcionamiento a tensión inferior al 70 % de la normal.

De evacuación: Permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación. Proporciona 1 lux en el suelo, en el eje de los pasillos principales. Permite identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución (5 lux). Tiempo mínimo de funcionamiento: 1 h.

Ambiente o antipánico: Permite la identificación y acceso a las rutas de evacuación. Proporciona 0,5 lux en todo el espacio hasta 1 m de altura. Tiempo mínimo de funcionamiento: 1h.

Por todo lo comentado anteriormente la instalación de alumbrado de emergencia, objeto de este proyecto, deberá cumplir lo siguiente:

- a) Será fija, estará provista de una fuente propia de energía y entrará automáticamente en servicio al producirse una disminución de un 70 % de su tensión nominal de servicio. Aun así, se considerará adecuado que entren en funcionamiento cuando la tensión nominal esté entre un 80 % y un 90 % de su valor nominal.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento de la disminución.
- c) Proporcionará una luminaria de 1 lux como mínimo, al nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La luminaria será, como mínimo, de 5 lux en los espacios correspondientes cuadros de control, instalaciones técnicas de servicios, de los procesos que se desarrollen en el proceso industrial, y de los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

- e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el coeficiente entre la luminancia máxima y la mínima sea inferior a 40.
- f) Los niveles de iluminación establecidos se deben obtener considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que tenga en cuenta la reducción del mantenimiento luminoso debido al envejecimiento y suciedad de las luminarias.

Aplicación al proyecto

En cumplimiento con lo anterior, se dispondrá de un sistema de alumbrado de emergencia para prever una eventual falta de alumbrado normal por avería o deficiencias en el suministro de red. En este apartado será de aplicación a los dos sectores de incendio.

Su disposición en planta se muestra en el plano correspondiente del presente proyecto y cumple con lo comentado anteriormente y proyectada e incluida en la parte de instalación eléctrica. Se disponen un total de 45 luminarias de 155 lm /1 h distribuidas en tres circuitos.

4. Instalación de fontanería

Este apartado tiene como objeto definir las necesidades y características constructivas de la nave y establecer las condiciones técnicas de la instalación de agua fría y caliente sanitaria de la misma. En ella se describen los elementos necesarios a instalar, las características de dichos elementos y los requisitos mínimos que la instalación de fontanería ha de seguir para cumplir con la normativa vigente.

Se comprende por instalación de agua fría y caliente sanitaria la instalación receptora de la nave a partir de la acometida de agua, acogiendo por tanto los elementos necesarios para la distribución del agua, puntos y elementos de consumo.

4.1. Normativa aplicable

- CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad “Suministro de agua”

4.2. Suministro de agua fría

El diseño de la instalación del suministro de agua se realiza mediante el **CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad “Suministro de agua”** que tiene como objetivo establecer las reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de salubridad. La compañía encargada del suministro de agua es “Aigües de Barcelona”.

La nave industrial dispondrá de las siguientes instalaciones en cuanto a suministro de agua:

- Instalación de agua fría
- Instalación de agua caliente sanitaria (ACS)

Una propiedad importante a la hora de cumplir con el correcto suministro de agua es la calidad del agua suministrada. Tal como se indica en el **CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad “Suministro de agua”**, el agua debe cumplir con la legislación vigente sobre agua apta para el consumo humano. Además, será necesario disponer de un sistema de antirretorno para evitar la inversión del flujo en varios puntos como después de los contadores o en la base de los ascendentes. La instalación de suministro de agua contará con un único contador general al inicio de la instalación situado en un armario de instalaciones de la nave industrial.

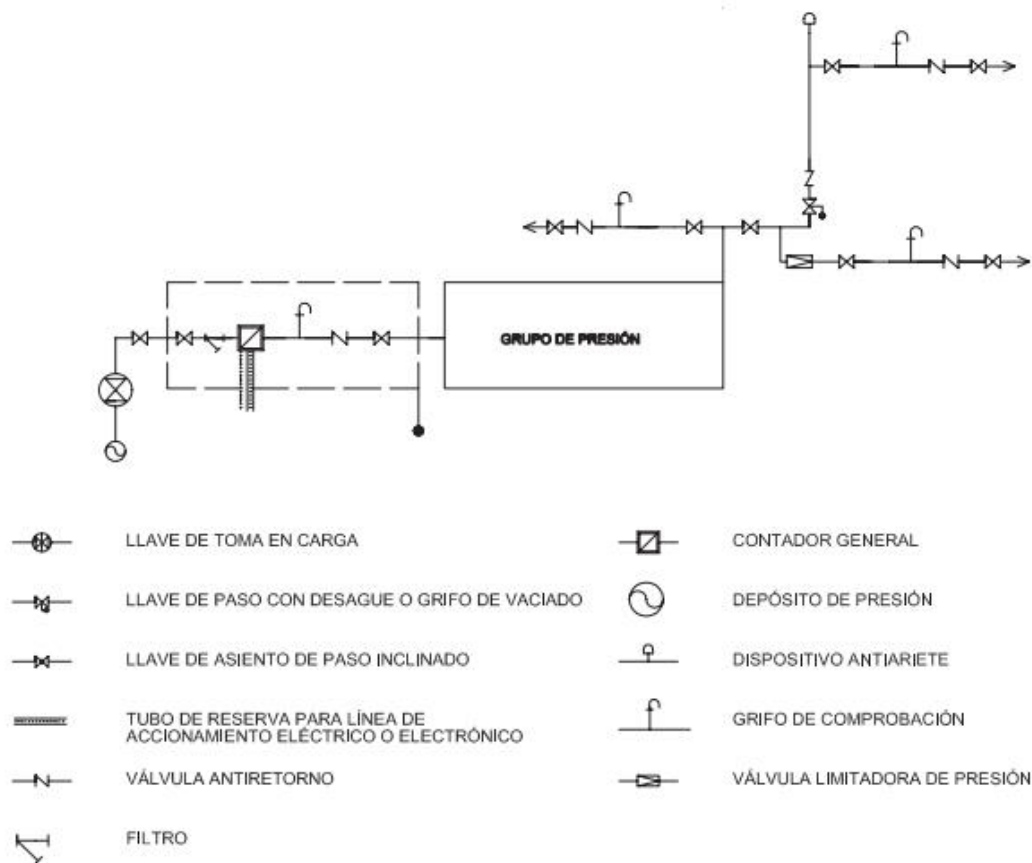


Figura 8.- Esquema general de red con contador general. Fuente: CTE-DB HS4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"

En la instalación no hará falta grupo de presión o bombeo de agua para poder suministrar la presión necesaria en todos los elementos de consumo ya que, con la presión que se suministra de la compañía suministradora, ya llegará la presión que se ajusta a normativa.

Además, siguiendo el **apartado 3.2 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** los elementos que componen la instalación son:

a) Acometida

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida
- un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general
- Una llave de corte en el exterior de la propiedad

La acometida será de polietileno y entrará al edificio por debajo tierra y por la fachada de acceso, por la calle M (Barcelona).

b) Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

c) Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

d) Armario o arqueta del contador general

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

4.2.1. Dimensionado

Según el **apartado 4.2.1 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- i. El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- ii. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

- iii. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- iv. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- v. Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

Para poder realizar el suministro de agua fría se dividirá la instalación en 4 ramales y se tendrán en cuenta los diferentes elementos que requieren agua fría para cada ramal. En el **apartado 2.1.3 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** se establecen los caudales instantáneos mínimos de agua fría para los diferentes puntos de consumo de la nave.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Figura 9.- Condiciones de suministro. Fuente: CTE-DB HS4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua".

A continuación, se muestran las tablas con los caudales totales para cada tramo:

Tramo servicios de agua fría

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo AFS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo AFS total (l/s)
Lavabo	2	0,1	0,2
Lavamanos	3	0,05	0,15
		TOTAL	0,35

Tabla 27.- Caudal mínimo total de agua fría para el tramo de servicios. Fuente: Elaboración propia.

Tramo servicios más vestuarios de agua fría

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo AFS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo AFS total (l/s)
Lavabo	2	0,1	0,2
Ducha	2	0,2	0,4
Lavamanos	3	0,05	0,15
Grifo aislado	1	0,15	0,15
TOTAL			0,9

Tabla 28.- Caudal mínimo total de agua fría para el tramo de Servicios más vestuarios. Fuente: Elaboración propia.

Tramo zona de lavado de agua fría

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo AFS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo AFS total (l/s)
Grifo aislado	1	0,15	0,15
Depósito	1	0,15	0,15
TOTAL			0,3

Tabla 29.- Caudal mínimo total de agua fría para el tramo zona de lavado. Fuente: Elaboración propia.

Tramo tren de lavado de agua fría

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo AFS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo AFS total (l/s)
Depósito	1	1	2
Grifo aislado	1	0,15	0,15
Tren de lavado	1	4,22	4,22
TOTAL			6,37

Tabla 30.- Caudal mínimo total de agua fría para el tren de lavado. Fuente: Elaboración propia.

Además, en los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

Siguiendo con los pasos anteriores descritos se determinará un coeficiente de simultaneidad para cada tramo ya que los elementos de consumo de cada tramo no estarán funcionando a la vez en su máxima capacidad. El coeficiente de simultaneidad se calculará con la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{N - 1}} \quad (30)$$

Donde:

k: coeficiente de simultaneidad

N: n° de aparatos en el tramo

Así, el caudal que se utilizará para dimensionar la red será el resultado de multiplicar este coeficiente por el caudal total descrito anteriormente en las tablas:

$$Q_r = Q_t \cdot k \quad (31)$$

Donde:

Q_r : Caudal real en l/s

Q_t : Caudal instantáneo mínimo total en l/s

k: coeficiente de simultaneidad

A continuación, según el **apartado 4.2.1 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** se escogerá, para la instalación, una tubería termoplástica que proporciona una velocidad entre 0 y 3,5 m/s. Para realizar el cálculo del diámetro se determinará una velocidad de 1,5 m/s. La fórmula para el cálculo del diámetro es la siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_r}{1000 \cdot c \cdot \pi}} \quad (32)$$

Donde:

D: Diámetro interior mínimo en mm

Q_r : Caudal real en l/s

A continuación, se muestran los cálculos realizados para los diferentes tramos:

Tramos	Caudal inst. mínimo AFS total (l/s)	Distancia tramo (m)	Coef. Simult.	Caudal acumulado real (l/s)	Diámetro tubería (mm)
Servicios	0,35	14,52	0,50	0,18	12,19
Servicios más vestuarios	0,90	58,79	0,38	0,34	16,99
Zona de lavado	0,3	38,16	1,00	0,30	15,96
Tren de lavado	6,37	81,75	0,71	4,50	61,83

Tabla 31.- Cálculos del dimensionado de agua fría. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar en la tabla se detallan los diámetros interiores mínimos para cada tramo. En función de estos diámetros escogeremos el diámetro nominal para cada tramo teniendo en cuenta la **tabla 4.3 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** que establece los diámetros mínimos de alimentación (Alimentación a cuarto húmedo privado: 20 mm, alimentación a derivación particular: 20 mm y distribuidor principal: 25 mm).

Tramo	Diámetro nominal	Diámetro interior
Servicios	20 mm	14,40 mm
Servicios más vestuarios	25 mm	18,00 mm
Zona de lavado	20 mm	14,40 mm
Tren de lavado	90 mm	69,80 mm

Tabla 32.- Diámetros nominales de los diferentes tramos. Fuente: Elaboración propia.

Se escoge una tubería marca *ABN Pipe Systems modelo Instal CT Faser RD*. Tubería fabricada en PPR multicapa para redes de agua fría, ACS, calefacción y climatización.

También, siguiendo la **tabla 4.2 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** los ramales de enlace a los elementos de consumo se dimensionarán conforme a lo que establece dicha tabla:

Punto de consumo	Diámetro nominal del ramal del enlace
Lavabo	12 mm
Lavamanos	12 mm
Ducha	12 mm

Tabla 33.- Diámetros de los ramales de enlace. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.1. Comprobación de la presión

Como hemos descrito anteriormente, los puntos de consumo han de tener una presión mínima de 100 kPa y una presión máxima de 500 kPa. Se comprobará dicha presión para el caso más desfavorable ya que, si cumple, querrá decir que cumplimos para los demás casos.

El caso más desfavorable en este caso es el del tramo más largo que corresponde al tramo del tren de lavado. Para comprobar la presión, primero tendremos que comprobar las pérdidas para este tramo.

Para comprobar las pérdidas se utilizará la siguiente expresión:

$$p\acute{e}rdid\acute{a}s = \left(f_i \cdot \frac{L_i}{D_{ri}} + \sum k_i \right) \cdot \frac{c_{Ri}^2}{2} \cdot \rho_i \quad (33)$$

Donde:

f_i : coeficiente de rozamiento de los tubos

k_i : constante de pérdidas

L_i : Longitud del tubo

D_{ri} : diámetro del tubo

c_{Ri} : velocidad del fluido

ρ_i : densidad del fluido

Para las constantes de pérdidas se determinarán a partir de los datos obtenidos por el fabricante de tubería elegida:

Tramos	Te en derivación	Codo	Total
	1,3	1,13	
Servicios	1	-	1,3
Servicios más vestuarios	1	2	3,56
Zona de lavado	2	1	3,73
Tren de lavado	3	3	7,29

Tabla 34.- Cálculo de constante de pérdidas para los diferentes tramos. Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de fricción de la instalación se obtiene a partir de la expresión de *Haland* para cada tramo de la instalación de agua.

$$\frac{1}{\sqrt{f_i}} = -1,8 \cdot \log \left(\left(\left(\frac{\varepsilon}{D_{real}} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{R_e} \right) \right) \quad (34)$$

Donde:

ε : rugosidad

R_e : n° de Reynolds

El valor de Reynolds se calcula con la expresión siguiente y para cada tramo:

$$R_e = \frac{\rho_i \cdot c_{Ri} \cdot D_{ri}}{\mu_i} \quad (35)$$

μ_i : viscosidad del fluido

Se consideran la viscosidad y rugosidad como valores constantes:

$$\mu_i = 0,001077 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$\varepsilon = 0,007 \text{ mm}$$

Para realizar el cálculo de obtener la presión en el punto más desfavorables se realiza mediante la siguiente expresión:

$$P_r = (P_{CS} - h_{GS} - P_C) \cdot 9,81 \cdot 10^3 - \text{pérdidas} \quad (36)$$

Donde:

P_{CS} : presión de compañía

h_{GS} : altura geométrica

P_C : pérdidas del contador

A continuación, en la siguiente tabla se muestran todos los cálculos realizados:

Tramos	Caudal total	L	coef	Caudal real	D	Re	fi	pérdidas	Pr
	(l/s)	(m)		(l/s)	(mm)				
Servicios	0,35	14,52	0,50	0,18	12,19	20015,60	0,02663	31603,70	297031,30
Servicios más vestuarios	0,90	58,79	0,38	0,34	16,99	25019,50	0,02515	96238,14	232396,86
Zona de lavado	0,30	38,16	1,00	0,30	15,96	20015,60	0,02663	83409,60	245225,40
Tren de lavado	6,37	81,75	0,71	4,50	61,83	97020,06	0,01837	32342,07	261957,93

Tabla 35.- Cálculos de pérdidas y presiones para los diferentes tramos. Fuente: Elaboración propia.

Se han realizado los cálculos para una presión de compañía de 35 mca, unas pérdidas de contador de 1,5 mca y altura geométrica para el caos más desfavorable (tren de lavado) de 3,5 m.

Como se puede comprobar en la tabla, la presión en todos los elementos de consumo cumple con la normativa (presión mínima: 100 kPa y presión máxima: 500 kPa).

Los planos de dimensionamiento de la red de fontanería se encuentran en los planos del presente proyecto.

4.3. Suministro de agua caliente

Como dispone el **apartado 3.2.2 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"**, el diseño de las instalaciones de ACS debe aplicarse en condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución deberá estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor a 15 m.

La red de retorno se compondrá de:

- a) Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión.
- b) Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado. Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

Además, se dispondrá de bomba de recirculación.

4.3.1. Caudal de ACS

Tramo servicios de ACS

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo ACS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo ACS total (l/s)
Lavamanos	3	0,05	0,15
TOTAL			0,15

Tabla 36.- Caudal mínimo total de agua de ACS para el tramo de servicios. Fuente: Elaboración propia.

Tramo servicios más vestuarios de ACS

Aparato	Nº de aparatos	Caudal inst. mínimo ACS por aparato (l/s)	Caudal inst. mínimo ACS total (l/s)
Ducha	2	0,2	0,4
Lavamanos	3	0,05	0,15
TOTAL			0,55

Tabla 37.- Caudal mínimo total de agua de ACS para el tramo de servicios más vestuarios. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Cálculos del dimensionado de ACS

Tramos	Caudal total	L	coef	Caudal real	D	Re	fi	pérdidas	Pr
	(l/s)	(m)		(l/s)	(mm)			Pa	Pa
Servicios	0,15	14,52	0,71	0,11	9,49	20015,60	0,02663	31603,70	297031,30
Servicios más vestuarios	0,55	58,79	0,50	0,28	15,28	25019,50	0,02515	96238,14	232396,86

Tabla 38.- Cálculos del dimensionado de ACS. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar en la tabla las presiones al final de los tramos cumplen con la normativa.

4.3.3. Diámetros de los tramos

Tramo	Diámetro nominal	Diámetro interior
Servicios	20 mm	14,40 mm
Servicios más vestuarios	25 mm	18,00 mm

Tabla 39.- Diámetros de los tramos de ACS. Fuente: Elaboración propia.

Punto de consumo	Diámetro nominal del ramal del enlace
Lavabo	12 mm
Lavamanos	12 mm
Ducha	12 mm

Tabla 40.- Diámetros de los ramales de enlace de ACS. Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Recirculación de agua caliente

Según el **apartado 4.4.2 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"** para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico. El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la **tabla 4.4 2 del CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua"**:

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

Tabla 41.- Relación de tubería y caudal recirculado de ACS. Fuente: CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua".

El caudal al punto más alejado del acumulador es de 0,55 l/s, que equivale a 1980 l/h. El caudal de recirculación es un 10 % del caudal de alimentación, por lo tanto, es de 198 l/h.

Según la tabla anterior el diámetro de la tubería de recirculación, en función del caudal es de ¾ de pulgada.

4.3.5. Dimensionado del termo eléctrico

Para el dimensionado del termo eléctrico calcularemos el caudal real según los puntos de consumo:

Aparato	Nº de aparatos	Caudal instantáneo mínimo ACS por aparato (l/s)	Caudal instantáneo mínimo ACS total (l/s)	Coeficiente de simultaneidad	Caudal real (l/s)
Ducha	2	0,2	0,4	0,4	0,4
Lavamanos	6	0,05	0,3	0,45	0,135

Tabla 42.- Dimensionado del caudal total de agua caliente sanitaria (ACS). Fuente: Elaboración propia.

$$Ducha = 0,4 \frac{l}{s} \cdot 1800 s = 720 l/día \quad (37)$$

$$Lavamanos = 0,135 \frac{l}{s} \cdot 900 s = 121,5 l/día \quad (38)$$

Se consideran 30 minutos de funcionamiento al día para el uso de las duchas y 15 minutos al día de lavamanos.

$$\text{Consumo total} = 720 + 121,5 = 841,5 \text{ l/día} \quad (39)$$

Se aplica coeficiente de simultaneidad:

$$\text{Volumen final} = 841,5 \frac{\text{l}}{\text{día}} \cdot 0,2 = 169,1 \text{ l/día} \quad (40)$$

Se escoge termo eléctrico marca *Junkers* modelo *Elacell* de 200 l de 2,2 kW.

4.4. Armario del contador general

Tramos	Caudal real AF	Caudal real ACS
	(l/s)	(l/s)
Servicios	0,18	0,11
Servicios más vestuarios	0,34	0,28
Zona de lavado	0,30	
Tren de lavado	4,50	
TOTAL	5,32	0,39
	5,71	
D (mm)	69,618871	

Tabla 43.- Cálculo del diámetro interior del consumo de agua total. Fuente: Elaboración propia.

El diámetro nominal del tubo de alimentación, dado el cálculo del diámetro interior, es de 90 mm.

Con estos datos se dimensiona el armario para alojar el contador general de las dimensiones indicadas:

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 44.- Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general. Fuente: CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad "Suministro de agua".

Para un contador de 100 mm se escogerán las siguientes dimensiones:

Largo: 2500 mm

Ancho: 800 mm

Alto: 900 mm

5. Instalación de reutilización de agua del tren de lavado

Este apartado tiene como objeto definir las necesidades y características constructivas de la nave y establecer las condiciones técnicas de la instalación de reutilización de aguas del tren de lavado de la misma. En ella se describen los elementos necesarios a instalar, las características de dichos elementos y los requisitos mínimos que la instalación de reutilización de aguas del tren de lavado ha de seguir para cumplir con la normativa vigente.

Se comprende por instalación de reutilización de aguas del tren de lavado, la instalación receptora destinada a depurar el agua del tren de lavado, acogiendo por tanto los elementos y equipos necesarios para cumplir dicha función.

5.1. Normativa aplicable

- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- CTE-DB HS 4 Documento básico de salubridad “Suministro de agua”

5.2. Descripción general de la instalación

La instalación consta de un tren de lavado, el cual, se reutilizarán sus aguas. Dicha reutilización consta de una depuración y reciclaje del agua, utilizada para el lavado del vehículo, mediante diversos equipos que realizarán diferentes etapas de reciclaje. Se realizará el depurado y reciclado del total del agua usada para el lavado sin ningún uso de esta hasta el final de la etapa (en la que volverá a incorporarse al tren e lavado). Es decir, se realiza un reciclaje del agua “todo o nada”. A continuación, se describe el proceso:

El agua utilizada para el lavado de automóviles irá a parar en un primer momento a la arqueta sumidero que existe contigua al tren de lavado. Desde allí el agua realizará el recorrido por la tubería hasta llegar al decantador de lodos. Dicho equipo está destinado a retener y acumular las materias sólidas (arenas, grava, etc.) que se depositarán en el fondo del decantador. Realizada la función por el decantador de lodos, el agua entrará en el separador de hidrocarburos que como su nombre indica separa los hidrocarburos que puedan existir en el agua. Una vez acabada la separación de hidrocarburos tendremos un agua pretratada que entrará en un depósito contiguo al separador. Dicho depósito tiene dos salidas separadas e independientes. El agua podrá realizar dos caminos diferentes, dependiendo del objetivo que queramos:

1. El agua realizará el camino hacia el alcantarillado general, pasando por una arqueta de toma muestras.
2. El agua realizará el camino hacia un reciclado completo del agua para su correcta reutilización.

En el segundo camino el agua que sale del depósito con agua pretratada entrará en un equipo de filtración. Dicho equipo realizará las funciones de filtrado del agua donde eliminará los sólidos en suspensión y a continuación, pasará a un equipo de dosificación de cloro con el propósito de desinfectar el agua y prevenir malos olores. Después, concluida la etapa de desinfección, el agua entrará a un descalcificador donde se eliminará el exceso de sales de magnesio y calcio que contiene el agua.

Por último, cuando salga el agua del descalcificador irá a parar a un depósito donde se almacenará toda el agua tratada. Dicho depósito tiene dos salidas separadas e independientes. Una salida va hacia el túnel de lavado donde se bombeará el agua para su reutilización. La otra salida conecta con la tubería que va hacia el alcantarillado general.

Los equipos y sistemas utilizados para realizar la reutilización del agua del tren de lavado irán instalados en la sala técnica excepto algunos (decantador de lodos, separador de hidrocarburos y depósito de agua pretratada) que por diseño irán enterrados en el patio exterior, además de la instalación de las diferentes tipologías de arquetas.

También, en el patio exterior, se dispondrá de una zona de aspiración y limpia alfombrillas para aspirar el interior de los vehículos y limpiar los elementos del mismo respectivamente.

5.3. Tren de lavado

El tren o túnel de lavado es un sistema automático de lavado de vehículos, en el cual el vehículo es transportado automáticamente por el interior del túnel donde están dispuestos los mecanismos de lavado (rodillos de cepillos y boquillas de agua a presión). Los elementos del túnel se encuentran fijos mientras el vehículo es arrastrado mediante una cadena.

El tren de lavado podrá recibir vehículos tipo turismos corrientes, turismos tipo SUV, 4x4, coches familiares y furgonetas de menor tamaño. El tren de lavado situado en el patio exterior es de la marca *Istobal* modelo 4TA6000 (9,3 m de longitud de instalación de arrastre). El túnel dispone de diferentes módulos (arcos) agrupados en dos secciones principales:

Sección de lavado

- **Arco 1:** Arco módulo de lavado con cepillo horizontal y dos cepillos verticales a cada lado. El vehículo es rociado con champú para el lavado y agua a alta presión superior y lateral superior. También se aplica agua a presión lateral inferior para la parte de ruedas y laterales inferiores del vehículo.
- **Arco 2:** Arco de cepillos verticales autónomos. Cepillos verticales a cada lado para la limpieza lateral del vehículo. El vehículo es rociado con champú y agua para la limpieza.
- **Arco 3:** Arco de enjuague. Forma parte del módulo de cepillos. Mientras los cepillos están en funcionamiento este arco suministra agua para el enjuague del vehículo.
- **Arco 4:** Arco de encerado. Arco que aplica cera al vehículo.
- **Arco 5:** Arco de enjuague final. Arco que realiza el enjuague final al vehículo para su posterior secado.

Sección de acabado

- **Arco 6:** Cortina separadora. La cortina separadora es para separar “ambientes” y evitar que vuelvan gotas de agua (por el efecto viento) encima el vehículo una vez está funcionando el secador.
- **Arco 7:** Turboventilador que arrastra las gotas de agua que han quedado en la superficie del vehículo.

Según características del tren de lavado, este podrá realizar el lavado de 30 vehículos en una hora.

A continuación, se muestran los distintos consumos de agua en litros para cada arco y según fabricante:

Función	litros/vehículo
Módulo de lavado	65
Lavaruedas A.P. (84 L)	126
Alta presión lateral (84 L)	126
Cepillos laterales auxiliares	45
Aclarado posterior	48
Arco de encerado	48
Arco de aclarado posterior	48
TOTAL	506

Tabla 45.- Consumo de agua según función del tren de lavado. Fuente Istobal S.A.

Como se puede ver en la tabla se necesitan 506 litros en total para realizar el lavado de un vehículo.

A continuación, se muestran los distintos consumos eléctricos en kWh para cada arco y según fabricante:

Función	kWh/vehículo
Unidad base	0,1216
Electrobomba alimentación 1er agua	0,0551
Electrobomba 2a agua	0,0429
Lavaruedas de disco	0,0017
Cepillos laterales auxiliares	0,0195
Secado	0,58
TOTAL	0,8208
0,8208 kWh/vehículo x 30 vehículos/h = 24,624 kWh/8 h =	
3,078 kW = 3078 W	

Tabla 46.- Consumo en kWh según función el tren de lavado. Fuente: Istobal S.A.

El tren de lavado tiene una potencia de total de 24624 W.

Todas las aguas utilizadas del tren de lavado irán a parar a una arqueta sumidero que viene detallada en el plano correspondiente del presente proyecto. Además, todos los detalles referentes al tren de lavado también vendrán detallados en los planos del presente proyecto.

5.4. Descripción del sistema de reutilización de aguas del tren de lavado

El agua que venga de la arqueta sumidero del tren de lavado será conducida a una serie de procesos para su posterior reutilización. Dichos procesos se describen a continuación:

5.4.1. Decantador de lodos

Equipo de polietileno destinado a retener y acumular las materias sólidas (arenas, grava, etc.) que se depositan en el fondo del decantador. El decantador viene integrado en una etapa de vertidos marca *Istobal* modelo 4WEV junto con el separador de hidrocarburos y el depósito con agua pretratada. Dentro de este modelo el decantador escogido es el modelo 5060500 con una capacidad para 5000 litros y un peso de 160 kg.

Se situará el decantador de lodos sobre la obra preparada para su ubicación. En los planos correspondientes del presente proyecto se indican los requisitos necesarios para la instalación, detalles de obra civil, dimensiones etc.

El funcionamiento del decantador de lodos es muy simple: El agua procedente del lavado llegará al decantador de lodos donde se depositarán las partículas más pesadas (como arenas y sólidos) en la parte inferior del decantador.

5.4.2. Separador de hidrocarburos

Después de pasar por el decantador, el agua pasa por un separador de hidrocarburos también integrado en la etapa de vertidos marca *Istobal* modelo *4WEV* y enterrado sobre la obra preparada para su ubicación. Separador de hidrocarburos con efecto coalescente lamelar caracterizado por una gran capacidad de retención. Dispone de acceso en todos sus departamentos para poder realizar inspecciones y tareas de mantenimiento con total facilidad. Se escoge el modelo *5060200* con una capacidad de 6 l/s (21600 l/h) y un peso de 115 kg.

Funcionamiento: El agua entra a una primera cámara de decantación que está a la entrada de la separación de hidrocarburos favoreciendo la decantación de los pocos lodos y arenas que hayan pasado del decantador. Seguidamente pasa a la cámara de separación ya libre de lodos y arenas. Esta cámara está ocupada por un bloque de células lamelar de polipropileno para realizar el efecto coalescente. Así se produce la separación de hidrocarburos. Existe un sistema de obturación automática para evitar el vertido accidental de hidrocarburos en caso del rebose del nivel de acumulación de los mismos evitando así su salida del decantador.

En los planos correspondientes del presente proyecto se indican los requisitos necesarios para la instalación, detalles de obra civil, dimensiones etc.

5.4.3. Depósito de agua pretratada

El agua entra en un depósito de almacenamiento integrado en la etapa de vertidos marca *Istobal* modelo *4WEV* y enterrado junto con el decantador de lodos y separador de hidrocarburos sobre la obra preparada para su ubicación. Depósito de polietileno con tapa roscada de 640 mm modelo *5060500* con una capacidad de 5000 litros y un peso de 160 kg.

El depósito se encarga de almacenar el agua pretratada (libre de lodos e hidrocarburos) para el tratamiento posterior con un equipo de reciclaje.

Dicho depósito tiene dos salidas separadas e independientes. Una salida será mediante gravedad que irá a parar a una arqueta toma muestras y su posterior salida a la red de saneamiento. La otra salida irá a parar a la primera fase del reciclaje del agua (filtración del agua) bombeando el agua mediante bomba sumergida en el depósito (bomba *INDAR SP UGP Series* de 1 kW). El usuario en este punto podrá elegir qué hacer con el agua: Si verterla directamente hacia el alcantarillado general o conducirla para su reciclaje. Para ello se disponen de válvulas de corte para elegir el camino del agua.

En los planos correspondientes del presente proyecto se indican los requisitos necesarios para la instalación, detalles de obra civil, dimensiones etc.

5.4.4. Arqueta toma muestras

Arqueta que permite recoger muestras de agua para analizar la calidad de esta y que es enviada a la red de saneamiento para así, controlar el rendimiento de las etapas de vertido. Integrada en la etapa de vertidos marca *Istobal* modelo 4WEV. Dentro de este modelo la arqueta toma muestras escogida es el modelo 5060600 con tapa B-125.

A continuación, se detallan, según fabricante (*Istobal*), una serie de recomendaciones de cara al mantenimiento de los equipos para un correcto funcionamiento de la etapa de vertidos:

Puntos de verificación	Semanal	Quincenal	Semestral	Anual	Recomendaciones
Lodos acumulados	X				Verificar el nivel de lodos acumulado en el decantador
Obturador automático		X			Verificar la posición del obturador automático (la parte superior del flotador debe ser visible). Limpieza del obturador automático
Células coalescentes			X		Limpieza de las células coalescentes del separador de hidrocarburos con agua a presión
Vaciado de los depósitos			X		Vaciado del decantador de lodos. Vaciado del separador de hidrocarburos. Vaciado del depósito de agua pretratada. Vaciado de la arqueta toma muestras
Vaciado y limpieza de los depósitos				X	Vaciado y limpieza del decantador de lodos. Vaciado y limpieza del separador de hidrocarburos. Vaciado y limpieza del depósito de agua pretratada. Vaciado y limpieza de la arqueta toma muestras

Tabla 47.- Recomendaciones de mantenimiento para la etapa de vertido. Fuente: *Istobal S.A.*

5.4.5. Filtración

El agua es bombeada desde el depósito de agua pretratada hasta el equipo de filtración. Equipo que consta de la aplicación de zeolitas, material filtrante volcánico que posee una alta porosidad y una densidad similar a la del agua. Gracias a este material se consigue una filtración en profundidad, el agua se distribuye en el equipo de una forma completamente homogénea aprovechando toda la superficie de filtración de la zeolita.

El equipo de filtración es de la marca *Istobal* modelo *ZEOLIS 4RC1000* de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ y una botella filtrante donde se consigue una mayor reducción de sólidos y turbidez del agua. Dicho equipo se dispone físicamente en la sala técnica de la nave.

Los detalles constructivos y de funcionamiento quedan descritos en los planes correspondientes del presente proyecto.

5.4.6. Desinfección

El agua entra en un depósito de almacenamiento marca *Istobal* modelo *5060500* con una capacidad de 5000 litros y un peso de 160 kg. Depósito de polietileno con tapa roscada de 640 mm. El depósito se encarga de almacenar el agua para que, con un equipo de dosificación de hipoclorito sódico, se realice una desinfección del agua y con ello también se prevengan malos olores.

El panel dosificador de hipoclorito es de la marca *Istobal* modelo *4WPC0200*. Es un equipo autónomo de dosificación desinfectante de base cloro. Este equipo asegura un nivel mínimo de cloro en el depósito.

La dosificación de desinfectante se realiza según medidas del nivel de cloro, tomadas directamente en la salida del depósito y de la consigna de cloro que se programe en el controlador.

Funcionamiento: El modelo dosificador de cloro *4WPC0200* a través de la bomba de recirculación hace pasar el agua, primero, por un filtro y a continuación por un control de caudal que asegura que la bomba de recirculación está funcionando correctamente y proporciona el caudal adecuado. Después el agua pasa por la sonda de cloro para realizar mediciones de este de manera continuada. Estas mediciones son comparadas con el valor de consigna introducida en el controlador. Según la comparación, el controlador de cloro indica a la bomba dosificadora que añada cloro en el depósito o no. La dosificación se realiza de forma proporcional a la muestra, es decir, cuanto más se acerque la muestra al valor de consigna menos dosificará la bomba.

El equipo dispondrá de una bomba marca *Istobal* modelo *4W004300* de 2kW y cuyos límites son 25 l/min a 1 bar y 159 l/min a 0,31 bar para realizar la recirculación del agua entre el depósito y el

equipo dosificador de cloro. Además, el depósito dispondrá de la misma bomba con las mismas características para bombear el agua hacia la siguiente etapa de reciclaje.

Por último, la dosificación del hipoclorito sódico se realizará mediante la bomba dosificadora que aspirará el producto de la garrafa e inyectará en la tubería (a la salida de la bomba) mediante una lanza de inyección marca *Dosim* modelo *LINR-D* de 20 mm. El valor de consigna de cloro libre en el depósito de agua será de 0,55 ppm.

Los detalles constructivos y de funcionamiento quedan detallados en los planes correspondientes del presente proyecto.

5.4.7. Descalcificación

El agua es bombeada desde el depósito de cloración hasta el equipo de descalcificación. Descalcificador marca Istobal modelo RC061011 con una capacidad de 5000 l/h y tipo dúplex 2 x 125.

La descalcificación del agua se realiza mediante un proceso llamado “intercambio iónico”. Para este proceso se emplean unas resinas que capturan los iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg) existentes en el agua y los elimina. Cuando el agua cargada con calcio y magnesio pasa por la resina, esta captura los iones de calcio (Ca) y desprende iones de sodio (Na). El sodio es mucho más soluble que el calcio y con él se evitan las incrustaciones y problemas ocasionados por la dureza del agua. La resina está situada en la botella, en el interior del descalcificador, llamada columna contenedora de resina y está conectada a la válvula que controla todo el proceso de regeneración.

La cantidad de iones de calcio y magnesio que puede retener la resina es limitada, por eso el volumen de agua que puede tratar un descalcificador también lo es.

La regeneración es un proceso en el que los iones de sodio se liberan en la resina, así como los iones de calcio y magnesio retenidos durante el proceso de descalcificación.

Durante el proceso de descalcificación el agua entra en la válvula del equipo por la conexión de entrada. Una vez el agua ha pasado por el lecho de resina mediante un tubo situado en su interior, vuelve a la parte superior de la columna contenedora. Después pasa por la válvula del equipo y sale por la conexión de salida hacia el depósito de acumulación. En la conexión de salida los descalcificadores incorporarán un contador de agua descalcificada para saber cuándo es necesario realizar la regeneración. (*) www.tuandco.com

5.4.8. Depósito de acumulación

En la última fase del reciclaje se dispondrá de un depósito de acumulación de agua de la marca *BioTanks* modelo *DVA-80240* con una capacidad de almacenamiento de 8000 litros. Dicho depósito dispondrá de 2 entradas de agua:

- Entrada de agua proveniente del descalcificador 1, 1 y 2 o 2. Agua reciclada.
- Entrada de agua potable de la red.

Y de 2 salidas:

- Salida de agua hacia el tren de lavado.
- Salida de agua hacia la arqueta toma muestras.

A la salida del tanque irá instalado un filtro que derivará en las dos salidas descritas anteriormente.

La salida que va hacia el tren de lavado dispondrá de una bomba monofásica con un variador de frecuencia (marca *Ebara* modelo *Micro-Inverter* de 2KW) para regular la velocidad de la bomba y así mantener constante y fija la presión en la tubería a la salida de la bomba.

5.5. Instalación

Los distintos equipos de reutilización de agua anteriormente descritos irán ubicados en la sala técnica. La instalación de estos equipos se realizará mediante tubería de PVC de presión nominal de 16 atmosferas. Los diámetros de las tuberías de los distintos equipos se detallan a continuación:

Equipo	Diámetro tubería
Etapa de vertido (decantador de lodos, separador de hidrocarburos, depósito de agua pretratada)	160 mm
Arqueta toma muestras	160 mm
Filtración	40 mm
Desinfección	63 mm
Medida de cloro mediante equipo de dosificación	20 mm

Descalcificación	63 mm
Impulsión hacia tren de lavado	80 mm

Tabla 48.- Diámetros de las tuberías de los distintos equipos de depuración. Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, los diámetros de las tuberías quedan detalladas en los planos correspondientes del presente proyecto.

Los detalles constructivos de los distintos sistemas quedan detallados también en los planes correspondientes del presente proyecto.

Se tendrá en cuenta que el hipoclorito sódico estará en un recipiente anti rebose con tal de que no pueda provocar una situación de peligro mediante inhalación tóxica o contacto de dicho químico con la piel desnuda.

Debido a la manipulación de hipoclorito sódico en la instalación, la sala técnica dispondrá de un grifo con agua potable para minimizar las situaciones anteriormente descritas.

5.6. Estudio de amortización

En este apartado se realizará un pequeño estudio de amortización de la reutilización de aguas del tren de lavado. Como aspectos positivos de la instalación, se calculará el ahorro de agua que se producirá en función de la capacidad del tren de lavado y el número de vehículos que se laven. Para ello, se presentarán varios escenarios de estudio. Además, se realizará una pequeña previsión de las ganancias por vehículo lavado en función del precio estipulado. Por el contrario, se calculará un consumo eléctrico estimado de la instalación. Con todo esto y basándonos en la inversión realizada se determinará el grado de amortización de la instalación.

5.6.1. Inversión

Tal y como se detalla en el presupuesto del presente proyecto la inversión realizada para la reutilización de aguas es de 49216,40 €.

5.6.2. Ahorro de agua

Para calcular el ahorro de agua producido se presentan varios escenarios en función del número de vehículos que se laven al mes.

La jornada de trabajo será de 8 h de lunes a sábado y para realizar los cálculos se cogerá una media de 26 días trabajados al mes.

La capacidad total del tren de lavado es de 30 vehículos/h y el consumo de agua por vehículo lavado es 506 litros tal y como se detalla anteriormente (apartado 4.4).

Aunque la capacidad del tren de lavado sea de 30 vehículos/h se plantearán los siguientes escenarios de ahorro:

- 3120 vehículos lavados/mes
- 208 vehículos lavados/mes
- 26 vehículos lavados/mes

3120 vehículos lavados/mes

Caudal nominal suministrado: 25 m3/hora para 15 vehículos/h	Volumen (m3/mes)	Precio unitario €/m3	Importe €	IVA
Cuota del servicio			529,03	10,00
Suministro de agua (tramo 1)	1578,72	1,2901	2036,71	10,00
Repercusión canon del agua: tarifa general	1578,72	0,1630	257,33	10,00
Repercusión canon del agua: tarifa específica	1578,72	0,6390	1008,80	10,00
Tasa de alcantarillado	1578,72	0,1529	241,39	No
TMTR (Tasa metropolitana de residuos municipales)			15,81	No
IVA			383,19	
TOTAL A PAGAR			4472,25	
TOTAL ANUAL			53667,01	

Tabla 49.- Cálculo de ahorro del consumo de agua para una producción de 15 vehículos/h. Fuente: Elaboración propia.

208 vehículos lavados/mes

Caudal nominal suministrado: 2,50 m3/hora para 1 vehículo/h	Volumen (m3/mes)	Precio unitario €/m3	Importe €	IVA
Cuota del servicio			52,89	10
Suministro de agua (tramo 2)	105,248	1,9351	203,67	10
Repercusión canon del agua: tarifa general	105,248	0,1630	17,16	10
Repercusión canon del agua: tarifa específica	105,248	0,6390	67,25	10
Tasa de alcantarillado	105,248	0,2294	24,14	No
TMTR (Tasa metropolitana de residuos municipales)			15,81	No
IVA			34,10	
TOTAL A PAGAR			415,01	
TOTAL ANUAL			4980,15	

Tabla 50.- Cálculo de ahorro del consumo de agua para una producción de 1 vehículo/h. Fuente: Elaboración propia.

26 vehículos lavados/mes

Caudal nominal suministrado: 0,25 m3/hora para 1 vehículo/h	Volumen (m3/mes)	Precio unitario €/m3	Importe €	IVA
Cuota del servicio			5,29	10
Suministro de agua (tramo 2)	13,156	1,9351	25,46	10
Repercusión canon del agua: tarifa general	13,156	0,1630	2,14	10
Repercusión canon del agua: tarifa específica	13,156	0,6390	8,41	10
Tasa de alcantarillado	13,156	0,2294	3,02	No
TMTR (Tasa metropolitana de residuos municipales)			15,81	No
IVA			4,13	
TOTAL A PAGAR			64,25	
TOTAL ANUAL			771,06	

Tabla 51.- Cálculo de ahorro del consumo de agua para una producción de 1 vehículo/día. Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de todos los conceptos incluidos en las tablas y que son obligados en la factura del agua se han obtenido en la “**Agencia Catalana de l’Aigua**” en el documento de “**La factura del agua para suministros comerciales/industriales año 2017**” y que se recoge en los anexos del presente proyecto. Para la obtención del caudal nominal suministrado, dadas las características de la instalación, se sigue el apartado de “**contadores sobre ramal único**” de dicho documento.

En cuanto a la tasa metropolitana de tratamiento y deposición de residuos municipales se coge como grupo B (comercio minorista vehículos y combustibles): grupos 6542, 6545 y 655 de acuerdo con la **“Ordenança Fiscal reguladora de les Taxes metropolitanas de tractament i disposició de residus municipals de l'Àrea Metropolitana de Barcelona”**.

No obstante, para realizar el cálculo de amortización se calculará el consumo de agua para el tren de lavado que se gasta al mes real con la instalación de reutilización en funcionamiento. En este caso, se estimaría un caudal para el tren de lavado de 0,0107 l/s únicamente para el primer mes.

$$\text{Consumo} = 0,0107 \frac{l}{s} \cdot \frac{3600 s}{1 h} \cdot \frac{8 h}{1 día} \cdot \frac{26 días}{1 mes} = 8,012 m^3/mes \quad (41)$$

Caudal nominal suministrado:	Volumen	Precio unitario	Importe	IVA
0,25 m3/hora	(m3/mes)	€/m3	€	
Cuota del servicio			5,29	10
Suministro de agua (tramo 1)	8,012	0,9073	7,27	10
Repercusión canon del agua: tarifa general	8,012	0,1630	1,31	10
Repercusión canon del agua: tarifa específica	8,012	0,6390	5,12	10
Tasa de alcantarillado	8,012	0,1529	1,23	No
TMTR (Tasa metropolitana de residuos municipales)			15,81	No
IVA			1,90	
TOTAL A PAGAR			37,92	
TOTAL ANUAL			454,99	

Tabla 52.- Cálculo de la factura de agua a pagar el primer mes de la parte de reutilización de aguas. Fuente: Elaboración propia.

5.6.3. Precio

Se estima por estudio de este apartado (que no del cliente) que el precio de lavado de un vehículo realizado por el tren de lavado marca *Istobal* modelo 4TA6000 es de **4,50 €**.

Vehículos lavados/mes	Precio unitario por vehículo	Precio total mensual
260 vehículos/mes	4,50 €	1170 €

Tabla 53.- Estimación de ganancia mensual por lavado de vehículos. Fuente: Elaboración propia.

5.6.4. Importe consumo eléctrico

Para la determinación del importe del consumo eléctrico únicamente se ha calculado la parte de la instalación de reutilización de aguas ya que el resto de consumo eléctrico es muy grande respecto a dicha parte.

Potencia en kW:

Línea	kW
Tren de lavado	3,078
Tomas de corriente de uso general	3,45
Etapas de vertido	1,00
Bomba de recirculación 1	2,00
Bomba de recirculación 2	2,00
Bomba impulsión depósito	2,00
Bomba Micro-Inverter	1,95
TOTAL	15,478

Tabla 54.- Consumo en kWh de la instalación de reutilización de aguas. Fuente: Elaboración propia

Potencia (KW)	Término de energía (€/kWh)	Horas de encendido al día (h)	Condiciones económicas
15,478	Llano (8:00-18:00 h): 0,140143	8	30 % de descuento indefinido y un 4 % adicional durante 12 meses en el término de la energía

Tabla 55.- Conceptos para el cálculo del importe del consumo eléctrico. Fuente: Endesa: anexo de precios clientes de empresas. Condiciones económicas.

Los conceptos para la determinación del importe del consumo eléctrico se han obtenido en **Endesa** del documento “**anexo de precios clientes de empresas. Condiciones económicas**” y que se puede encontrar en los anexos del presente proyecto.

$$kWh = kW \cdot h \quad (42)$$

$$kWh = kW \cdot h = 15,478 \cdot 8 = 123,824 \text{ kWh /día} \quad (43)$$

$$\text{Gasto diario} = 123,824 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \cdot 0,140143 \text{ €/kWh} = 17,353 \text{ €} \quad (44)$$

$$\text{Gasto mensual} = 123,824 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \cdot 26 \text{ días} \cdot 0,140143 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 451,18 \text{ €} \quad (45)$$

$$\text{Gasto anual} = \text{Gasto mensual} \cdot 12 = 451,18 \text{ €} \cdot 12 = 5414,16 \text{ €} \quad (46)$$

Gasto con descuento del 30 % indefinido y 4 % adicional en el término de la energía (12 meses)

$$\text{Gasto diario con 4 \% descuento} = 123,824 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \cdot 0,134537 \text{ €/kWh} = 16,659 \text{ €} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto mensual con 4 \% descuento} &= 123,824 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \cdot 26 \text{ días} \cdot 0,134537 \text{ €/kWh} \quad (48) \\ &= 433,132 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto anual con 4 \% descuento} &= \text{Gasto mensual} \cdot 12 = 433,132 \text{ €} \cdot 12 \quad (49) \\ &= 5197,584 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\text{Gasto anual con 30 \% y 4 \% descuento} = 3638,31 \text{ €} \quad (50)$$

$$\text{Gasto mensual con 30 \% y 4 \% descuento} = 303,19 \text{ €} \quad (51)$$

Gasto con descuento del 30 % indefinido

$$\text{Gasto anual con 30 \% descuento} = 3789,91 \text{ €} \quad (52)$$

$$\text{Gasto mensual con 30 \% descuento} = 315,83 \text{ €} \quad (53)$$

Gasto por potencia contratada

Potencia contratada instalación	Término de potencia €/kW año (*)	Precio año instalación	Precio mes instalación	Precio mes con 30 % descuento instalación	Precio mes con 30 % descuento reut. aguas
139 kW	Llano: 25,170444	3498,69 €	291,56 €	204,09 €	22,73 €

Tabla 56.- Gasto por potencia contratada. Fuente: Elaboración propia.

(*) Precio obtenido por el documento: **“Anexo de precios clientes empresas. Condiciones económicas”**.

5.6.5. Conclusión

Para realizar el estudio económico de la instalación de reutilización de aguas del tren de lavado únicamente se ha contabilizado los conceptos energéticos e hidráulicos de dicha parte (como pagos). Además de contar con la inversión necesaria que se tiene que realizar al inicio. Dicha inversión se puede encontrar detallada en el presupuesto del presente proyecto.

En contraposición, se ha estimado una ganancia (cobro) en función de los vehículos lavado al mes.

Pagos y cobros	Precio
Inversión	49216,40 €
Consumo de agua primer mes	37,92 €
Consumo eléctrico/mes con descuento del 4 % los 12 primeros meses y sin descuento	303,19 € / 315,83 €
Potencia contratada/mes	22,73 €
Ganancia/mes	1170 €

Tabla 57.- Resumen pagos y cobros en euros. Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado los cálculos, se ha obtenido que la instalación se amortiza en 5 años:

Año	2021	2022
Mes	59	60
Inversión		
Agua		
Consumo luz	315,83	315,83
Luz potencia contratada	22,73	22,73
Ganancia	1170	1170
Total cobro	1170	1170
Total pago	338,56	338,56
Amortización	831,44	831,44
Mov. Fondo	-47,68	783,76

Tabla 58. - Extracto del estudio económico de la instalación de la reutilización de aguas. Fuente: Elaboración propia.

En los anexos del presente proyecto se puede ver el estudio económico de la reutilización de aguas.

6. Instalación de ventilación

Este apartado tiene como objeto definir las necesidades y características constructivas de la nave y establecer las condiciones técnicas de la instalación de ventilación de la misma. En ella se describen los elementos necesarios a instalar, las características de dichos elementos y los requisitos mínimos que la instalación de ventilación ha de seguir para cumplir con la normativa vigente.

Se comprende por instalación de ventilación la instalación receptora destinada a asegurar la calidad del aire interior de la nave acogiendo por tanto los elementos y equipos necesarios para cumplir dicha función.

6.1. Normativa aplicable

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Norma UNE-EN 13779, septiembre de 2005, Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- Real Decreto 1618/1980, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
- Ordenanza metropolitana de edificación.

6.2. Descripción

En el ***anexo III del Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo***, se establecen las condiciones ambientales que deben cumplir los lugares de trabajo. En ese anexo se incluyen los valores mínimos de ventilación de los locales. En concreto y sobre este último aspecto el Real Decreto establece:

"Sin perjuicio de lo dispuesto en relación con la ventilación de determinados locales en el ***Real Decreto 1618/1980, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria***, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de:

- 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco.
- 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado deberá asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo”

Por lo descrito anteriormente, se dispondrán de 3 equipos de renovación de aire de la nave de las mismas características:

- Equipo de renovación 1: 2 máquinas (impulsión y extracción) 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m³/h
- Equipo de renovación 2: 2 máquinas (impulsión y extracción) 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m³/h
- Equipo de renovación 3: 2 máquinas (impulsión y extracción) 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m³/h

Toda máquina lleva un conducto hasta cubierta, tanto para la impulsión como para la extracción.

La situación y los cálculos eléctricos de los equipos se encuentran detallados en la tabla eléctrica de cálculos y plano 20 respectivamente del presente proyecto.

6.3. Cálculo

Según dispone el **apartado IT 1.14.2 (exigencia de la calidad del aire interior) del Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios** se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación la elevada concentración de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el **apartado 1.4.2.2** y siguientes y a los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad: Oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiesta, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja.

Tabla 59.- Categoría de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. Fuente: IT 1.1.4.2.2 RITE

Según **IT 1.1.4.2.3 del RITE** el caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de aire interior anteriores descritas se podrán calcular de 5 formas distintas. En este caso, se calculará a partir del método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie (método D). A continuación, se muestra tabla con el cálculo:

Espacio	Superficie	Superf. Total	Rite	Caudal de aire	Difusores		Equipos de renovación
	(m2)	(m2)		(m3/h)	Impulsión	Extracción	
Exposición y venta	357,85	477,32	IDA 3 0,55 l/s	945,0936	5	5	1
Espacio previo a servicios	14,19						
Vestíbulo de entrada	8,75						
Oficina	22,42				1	1	
Habitación cuadro principal	3,07				1	1	
Estanterías	42,09				-	-	
Recepción	12,83				-	-	
Servicios	16,12				-	1	
Almacén	76,15	362,63	IDA 3 0,55 l/s	718,0074	1	1	2 y 3
Residuos	15,89				1	1	
Vestuarios + servicios H					-	1	
Vestuarios + servicios M	8,26				-	1	
Estacionamiento de vehículos para entrega	8,39				1	-	
Zona de paso taller	228,71				2	2	
Estacionamiento para vehículos por reparar	117,27				1	1	
Zona taller	367,48	457,13	IDA 3 0,55 l/s	905,1174	3	3	2 y 3
Zona de lavado	24,42				1	1	
Sala técnica	17,32				1	1	

Recambios y otros	47,91				1	1	
-------------------	-------	--	--	--	---	---	--

Tabla 60.- Cálculo del caudal mínimo exterior por unidad de superficie. Fuente: Elaboración propia.

Los servicios dispondrán de un extractor individual de baño de $80 \text{ m}^3/\text{h}$ empotrado en falso techo. De estos partirán tubos corrugados hasta la salida al exterior, en un único tubo por cubierta. En la tabla se detallan los difusores de aire necesarios para cada espacio.

Según la **ordenanza metropolitana de edificación artículo 78 apartado 6** las industrias con ventilación natural han de disponer de huecos de ventilación de superficie total no inferior a $1/8$ de la superficie en planta de cada dependencia.

Espacio	Superficie (m ²)	1/8 Superf.	Oberturas naturales	OME
Box taller recepción	14,97	2	2,78 x 2,05 m	CUMPLE

Tabla 61.- Determinación renovación natural de aire según OME. Fuente: Elaboración propia.

Espacio	Superficie (m ²)	Caudal de aire	Equipo
Cabina de pruebas	25,31	12000 m ³ /h	Dos equipos Mundo Fan BP-MU 15/15
Cabina de pintura	32,24	20000 m ³ /h	Sistema incluido en la cabina

Tabla 62.- Espacios con renovación propia. Fuente: Elaboración propia.

6.4. Instalación

6.4.1. Prescripciones generales

Entrada de aire

El aire de la admisión se obtendrá en un lugar favorable del entorno del edificio y el espacio exterior del que se tome será suficientemente grande como para permitir la inscripción de un círculo mayor de 4 m.

Salida de aire

Se procurará que el rebufo no pueda molestar a peatones ni a vecinos, expulsando el aire en lugar suficientemente alto y alejado de ventanas de otros edificios colindantes o cercanos.

Ambas bocas (entrada y salida) deberán estar suficientemente alejadas (más de 3 m) para evitar la recirculación del aire.

Rejillas de impulsión y extracción

Las bocas de entrada y salida del aire se situarán de forma que favorezcan el barrido del ambiente. Impulsarán el aire de modo que no moleste a los ocupantes con altas velocidades por encima de las cabezas.

6.4.2. Instalación

La instalación se realizará mediante tubo de acero galvanizado de pared simple lisa, auto conectable macho-hembra, de 250 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor de chapa como conducción principal para la impulsión y extracción de aire. Dicho tubo se instalará en montaje superficial y a una altura no inferior a 9,5 m. Las rejillas se instalarán en el mismo tubo.

Los ramales de enlace necesarios donde existe falso techo irán conectados a la conducción principal hasta rejillas en montaje superficial y con mismo tubo, pero con un diámetro de 100 mm. Las rejillas se instalarán en falso techo.

En el plano correspondiente del presente proyecto se puede ver tanto la situación de las rejillas para la impulsión y extracción de aire como el trazado de los tubos.

7. Estudio básico de seguridad y salud

7.1. Objeto

Es objeto del presente estudio, la identificación de los factores de riesgo, los riesgos de accidentes de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su evaluación, de manera que sirva de base para la posterior planificación de la acción preventiva, en la cual, se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección.

7.2. Normativa aplicable

- Como consecuencia de la **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre “Prevención de Riesgos Laborales”**, fue aprobado por el Ministerio de la Presidencia el **Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, publicado en **B.O.E. núm. 256 de 25 de octubre de 1997**.

7.3. Características de la instalación

Datos de Identificación

- Peticionario: CYE SL
- Domicilio Social: Marià Aguiló 86 (Barcelona)
- Representante: Elisabet Gascón Fernández
- Domicilio Actividad: Calle M nº 69 (Barcelona)
- Actividad a realizar: Instalaciones en una nave industrial

7.4. Descripción de la instalación

El presente estudio trata exclusivamente del análisis de evaluación y prevención de riesgos de los trabajos relacionados con la realización de las instalaciones que se detallan en la memoria del proyecto.

Las instalaciones que a continuación se describen, se ajustarán en general, a las normativas vigentes para cada tipo de instalación y, las cuales, se detallan en la memoria del proyecto.

7.4.1. Plazo de ejecución y mano de obra.

Para la realización de estos trabajos se ha planificado una duración aproximada de 6 meses, habiéndose finalizado los trabajos durante el mes de julio de 2018.

7.4.2. Interferencias y servicios afectados.

Durante el periodo de permanencia de los instaladores autorizados, no se ha previsto ningún tipo de interferencia con otros industriales ya que las distribuciones, ya habrán sido realizadas previamente.

7.4.3. Descripción de los procesos y programación

El proceso industrial que nos ocupa se reduce exclusivamente a los trabajos relacionados con las siguientes instalaciones:

- Instalación eléctrica
- Instalación contra incendios
- Instalación de fontanería
- Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado
- Instalación de ventilación

7.5. Definición de los riesgos y medidas preventivas

Riesgos identificados / acciones preventivas:

a) Espacios y lugares de trabajo

Riesgos asociados: Caídas al mismo y distinto nivel, choque contra objetos inmóviles. Atropellos o golpes por vehículos

Normativa: **R.D. 485/1997 y R.D. 486/1997**

Acciones preventivas:

Los suelos deben ser lisos, llanos, estables y no resbaladizos, permaneciendo libres de obstáculos. Las zonas en las que exista riesgo de caídas de personas o materiales deben señalizarse y protegerse. Deben existir espacios específicos para el almacenamiento de materiales y herramientas.

Las vías de circulación se deben mantener limpias y libres de obstáculos, eliminándose con rapidez los desperdicios, manchas de grasa y residuos de sustancias peligrosas que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Se debe emplear iluminación natural siempre que sea posible, o en su defecto, sistemas de iluminación que aseguren unos niveles mínimos adecuados a las tareas que se realizan.

b) Huecos, escaleras y plataformas de trabajo

Riesgos asociados: Caídas a distinto nivel, caída de objetos sobre personas.

Normativa: **R.D. 487/1997**

Acciones preventivas:

Las escaleras portátiles de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso de aislamiento o incombustión. Cuando sean de madera los largueros, serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

Las escaleras de madera no deberán pintarse salvo con barniz transparente, para evitar que queden ocultos sus posibles defectos. Se prohíbe el empalme de dos escaleras a no ser que en su estructura cuenten con dispositivos especialmente preparados para ello.

Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m. a menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a 7 m. Para alturas superiores a 7 m. será obligatorio el uso de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas. En la utilización de escaleras de mano se adoptarán las siguientes precauciones:

- Se apoyarán en superficies planas y sólidas.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en 1 m. los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de peso superior a 25 kg.

La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Las escaleras de tijera o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.

c) Herramientas manuales

Riesgos asociados: Golpes/cortes, proyección de fragmentos, caída de objetos.

Normativa: **O.G.S.H.T., capítulo X**

Acciones preventivas:

Las herramientas manuales deberán ser las más apropiadas por sus características y tamaño a las operaciones a realizar. Deberán mantenerse bien afiladas. Deberán eliminarse los rebordes y filamentos que pueden desprenderse al golpear. Las partes cortantes y punzantes se deben mantener debidamente aisladas y se guardarán y transportarán en cajas o fundas adecuadas.

En trabajos de altura, andamios, escaleras, etc. deben transportarse en bolsas o colgadas dejando así libres las manos.

Todo trabajador debe tener instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas, de forma que no se utilicen para operaciones distintas a las que estén destinadas. Deben utilizarse guantes al manipular herramientas cortantes. Deben utilizarse gafas o pantallas protectoras cuando haya riesgo de proyección de partículas.

d) Manipulación de cargas

Riesgos asociados: Fatiga física, sobreesfuerzos, golpes y cortes.

Normativa: **R.D. 487/1997**

Acciones preventivas:

Mantener los objetos a manipular limpios y exentos de sustancias resbaladizas. Utilizar equipos de protección individual: guantes para manipulación de objetos cortantes, calzado de seguridad para objetos pesados, etc. Proporcionar herramientas mecánicas para la manipulación de la carga, tales como carretillas elevadoras, grúas, etc. Evitar recorrer grandes distancias de elevación, descenso o transporte de cargas. Eliminar posturas de trabajo forzadas o incómodas.

e) Instalación eléctrica

Riesgos asociados: Electrocución por contacto eléctrico, incendio o explosión.

Normativa: **Decreto 2413/1973 (B.O.E. nº242, del 9-10-73).**

Acciones preventivas:

Los operarios ocupados en trabajos con peligro de descarga eléctrica deberán utilizar calzado aislante sin ningún elemento metálico. Los cables de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles deben estar protegidos con material resistente que no se deteriore por roces o torsiones.

Los cuadros eléctricos, receptores, clavijas y bases de enchufe deben estar protegidos de contacto con partes en tensión en operaciones ordinarias. En los armarios y cuadros eléctricos deberá colocarse una señal donde se haga referencia al tipo de riesgo al que se está expuesto.

La tensión de las herramientas eléctricas portátiles no podrá exceder de 250 V. con relación a tierra. El interruptor deberá estar situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva cuando no sea utilizado.

Utilizar siempre que se pueda herramientas con conexión a tierra, para evitar que la persona que la utilice sufra una descarga eléctrica en caso de fallo. Las herramientas que carecen de sistema de puesta a tierra deben disponer de sistema de protección de doble aislamiento. No dejar conectadas a la red aquellas herramientas que no estén en uso.

f) Incendios

Riesgos asociados: Existencia de factores de inicio, facilidad de propagación deficiencia en medios de lucha, dificultad de evacuación.

Normativa: **NBE-CPI/96, R.D. 1942/1993, R.D.485/1997, ITC MIE-APQ 001.**

Acciones preventivas:

Señalización y prohibición de fumar en locales con presencia de materiales combustibles. Evitar producir focos de ignición: chispas, fricciones, rozamientos, cortocircuitos, cargas electrostáticas, etc. Mantener los lugares de trabajo limpios de residuos combustibles: retales, virutas, restos de embalajes, etc. Disponer de vías de acceso suficientes para evacuar de forma rápida y sencilla a todo el personal. Mantener las vías de evacuación libres de obstáculos. Disponer de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales.

Disponer de medios de extinción adecuados al riesgo de incendio y eficaces contra el tipo de fuego que pueda originarse. Situar los extintores en lugares de fácil visibilidad y acceso, junto a las salidas de los locales y donde exista mayor probabilidad de origen de fuego. Formar al personal para el correcto manejo de estos medios. Establecer un programa de mantenimiento de medios de extinción.

g) Ventilación y climatización

Riesgos asociados: Condiciones ambientales inadecuadas.

Normativa: **R.D. 486/1997**

Acciones preventivas:

Deben evitarse temperaturas y humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura y las corrientes de aire molestas. Se evitarán los olores desagradables utilizando, si es necesario, extracción localizada o utilizando mascarillas u otros equipos de protección personal.

La diferencia de temperatura entre suelo y techo (cabeza-tobillos) no debe ser superior a 3 °C. Disminuir el tiempo de trabajo o de permanencia en ambientes a altas temperaturas. Facilitar e ingerir agua con frecuencia para reponer las pérdidas por sudor.

Suministrar prendas de protección adecuadas, certificadas por la CE, para trabajos que impliquen la cercanía a focos extremos de calor o frío.

h) Ruido

Riesgos asociados: Disminución capacidad auditiva

Normativa: **R.D. 1316/1989, R.D. 1407/1992, R.D. 773/1997**

Acciones preventivas:

Los trabajadores deberán utilizar protección personal en el caso de que el nivel de ruido en el puesto de trabajo supere los límites de seguridad establecidos. Deberán utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente: cascos, auriculares, tapones desechables, etc. Los protectores auditivos han de estar convenientemente certificados (CE).

Deberá consultarse al trabajador a la hora de escoger los protectores auditivos más adecuados. Los protectores personales han de mantenerse en correcto estado de conservación y han de ser de uso individual.

i) Iluminación

Riesgos asociados: Caídas al mismo y distinto nivel, Golpes contra objetos Fatiga visual o deslumbramientos.

Normativa: **R.D. 486/1997**

Acciones preventivas:

Debe existir iluminación suficiente para circular por los lugares de trabajo y desarrollar las actividades sin riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. Se debe emplear iluminación natural siempre que sea posible.

Los valores mínimos de iluminación deben adecuarse a los valores de la siguiente tabla:

- Vías de circulación uso ocasional: 25 lux
- Vías de circulación uso habitual: 50 lux
- Bajas exigencias visuales: 100 lux
- Exigencias visuales moderadas: 200 lux

j) Agua

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

- Vestuarios, duchas, lavabos y retretes:

Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas

individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

k) Manipulación de hipoclorito sódico

Riesgos asociados: Inhalación, contacto en la piel, contacto en los ojos, ingestión.

Normativa: **R.D. 363/1995, R.D. 255/2003, R.D. 1802/2008, R.D. 374/2001**

Acciones preventivas:

- Inhalación: Sacar al afectado del lugar de exposición, suministrarle aire limpio y mantenerlo en reposo. En casos graves como parada cardiorrespiratoria, se aplicarán técnicas de respiración artificial (respiración boca a boca, masaje cardíaco, suministro de oxígeno, etc.) requiriendo asistencia médica inmediata.
- Por contacto en la piel: Quitar la ropa y los zapatos contaminados, aclarar la piel o duchar al afectado si procede con abundante agua fría y jabón neutro. En caso de afección

importante acudir al médico. Si la mezcla produce quemaduras o congelación, no se debe quitar la ropa debido a que podría empeorar la lesión producida si esta se encuentra pegada a la piel. En el caso de formarse ampollas en la piel, éstas nunca deben reventarse ya que aumentaría el riesgo de infección.

- Por contactos en los ojos: Enjuagar los ojos con abundante agua a temperatura ambiente al menos durante 15 minutos. Evitar que el afectado se frote o cierre los ojos. En el caso de que el accidentado use lentes de contacto, éstas deben retirarse siempre que no estén pegadas a los ojos, de otro modo podría producirse un daño adicional. En todos los casos, después del lavado, se debe acudir al médico lo más rápidamente posible con la FDS del producto.
- Por ingestión: Requerir asistencia médica inmediata, mostrándole la FDS de este producto. No inducir al vómito, porque su expulsión del estómago puede provocar daños en la mucosa del tracto digestivo superior, y su aspiración, al respiratorio. Enjuagar la boca y la garganta, ya que existe la posibilidad de que hayan sido afectadas en la ingestión. En el caso de pérdida de consciencia no administrar nada por vía oral hasta la supervisión del médico. Mantener al afectado en reposo.

I) Material de primeros auxilios

Se dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próxima. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado anterior, se dispondrá como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

El material de primeros auxilios deberá estar claramente señalizado y será revisado periódicamente para su rápida reposición en caso de empleo o caducidad.

Barcelona, 11 de enero de 2018

El Facultativo

Impacto medio ambiental

Aceites usados

Los aceites industriales usados en los coches son residuos peligrosos que pueden provocar graves daños medioambientales (en el aire, el agua y el suelo) si su gestión es inadecuada.

Para controlar estos riesgos, desde enero de 2007, conforme a lo dispuesto por el **Real Decreto 679/2006**, se creó el sistema integrado de gestión de residuos de aceites usados (SIGAUS), que se encarga de gestionar la recogida de los aceites industriales de talleres de reparación (según SIGAUS responsables del 50% de los residuos), y de las industrias.

Vertido de aguas residuales oleosas

Obligación de la instalación de un reciclador que cuente con la infraestructura de pretratamiento según la **Norma Europea EN-858.1 y 858.2** y con un sistema separador para líquidos ligeros (aceite y petróleo).

Hipoclorito sódico

Evaluación

El hipoclorito de sodio es muy tóxico para los organismos acuáticos. Sin embargo, como la sustancia es extremadamente reactiva, en caso de vertido al desagüe en el uso doméstico va a reaccionar con la materia orgánica que allí se encuentre y quedará eliminado antes de llegar al medio ambiente. El hipoclorito sódico, a menudo se añade deliberadamente a suministros de agua potable y piscinas para la desinfección y la destrucción de casi todos los microorganismos dañinos para su uso. En el uso industrial a veces se descarga al medio ambiente soluciones débiles de hipoclorito, este se elimina rápidamente por la reacción con materia orgánica que allí se encuentra. Esta sustancia se puede manejar en todas las etapas de fabricación y uso con un mínimo impacto sobre el medio ambiente acuático. Además, esta sustancia no es bioacumulable, se degrada rápidamente y no persiste en el medio ambiente. (*)

Medio ambiente

El hipoclorito sódico es perjudicial para el medio ambiente acuático, aunque raramente se da esta exposición. Los restos de hipoclorito sódico domésticos que se van por el desagüe o el retrete son destruidos por reacción con materia orgánica antes de llegar al medio ambiente. Los restos de hipoclorito sódico industriales o profesionales en general, entran en las plantas de tratamiento de aguas residuales, donde reaccionan y son eliminados antes de llegar al medio ambiente. A veces soluciones de hipoclorito débiles se liberan directamente al medio ambiente en el entorno de las

instalaciones industriales tales como centrales eléctricas, pero estos niveles han sido evaluados como seguros y no causan daños al medio ambiente en general por la rápida reacción de la sustancia con la materia orgánica. (*)

Conclusión

El hipoclorito de sodio es una sustancia, muy conocida, útil para muchas aplicaciones prácticas, que van desde el hogar a la industria. El uso de esta sustancia peligrosa se ha demostrado que es segura si se realiza de forma cuidadosa y siguiendo las instrucciones de manipulación.

(*) www.ercros.es

Conclusiones

Según la tipología de la instalación, en este caso un concesionario con taller de gran superficie y patio exterior, quedan proyectadas las diferentes necesidades del peticionario, reuniendo las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente y con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación a la vez que, el presente documento ha de servir como base a la hora de proceder a la ejecución del proyecto.

Anexos

Anexo A: Bases de cálculos de la tabla eléctrica

1. Nomenclatura de la tabla eléctrica

- **P.N.:** Potencia nominal del receptor
- **Protec.:** Tipo de protección magnetotérmica de la línea (si es de cuatro o de dos polos y amperaje).
- **Coef. Correc:** Coeficiente de corrección: 1,8 para alumbrado y 1,25 para motores según RBT.
- **Coef. Simul.:** Coeficiente de simultaneidad ya que no se prevé ir al 100 % de potencia instalada. Coeficiente aplicado de 0,75 para subcuadros, 0,7 para derivación individual y 1 para los demás casos.
- **P.C:** Potencia de cálculo. Multiplicación de la potencia nominal por los coeficientes de corrección y simultaneidad.
- **V:** Tensión del circuito (230 V o 400 V).
- **I:** Intensidad del circuito en A
- **Conductor:** Tipología del conductor o manguera del circuito (De cuantas fases dispone, si lleva neutro y si lleva tierra).
- **S:** sección del cable del circuito en mm^2
- **L:** Longitud del cable del circuito en m
- **ΔV % par.:** Caída de tensión parcial. Caída de tensión del propio circuito.
- **Δ %:** Caída de tensión total. Suma de caída de tensión parcial más caída de tensión correspondiente del cuadro general.
- **X:** Reactancia del circuito en Ω .
- **R:** Resistencia del circuito en Ω .
- **Z:** Impedancia del circuito en Ω .
- **Icc:** Intensidad de cortocircuito del circuito en kA.
- **Conductor:** Características técnicas del cable del circuito
- **Montaje:** Tipo de montaje del circuito (Empotrado, enterrado, superficial...).
- **Canalización:** Tipo de canalización según montaje (Bandeja, tubo, corrugado...).

2. Fórmulas

- **Intensidad del circuito monofásico**

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad \text{A1}$$

- **Intensidad del circuito trifásico**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad \text{A2}$$

Donde:

- I: Intensidad del circuito en A
- P: potencia de cálculo en W
- U: Tensión entre fase y neutro en V
- V: Tensión entre fases en V
- φ : ángulo de desfase entre tensión e intensidad

- **Caída de tensión circuito monofásico**

$$e \% = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\sigma \cdot U^2 \cdot s} \cdot 100 \quad \text{A3}$$

- **Caída de tensión circuito trifásico**

$$e \% = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot V^2 \cdot s} \cdot 100 \quad \text{A4}$$

Donde:

- e %: caída de tensión en tanto por ciento
- L: longitud del circuito en m
- P: potencia de cálculo en W
- U: Tensión entre fase y neutro en V
- V: Tensión entre fases en V
- σ : conductividad del conductor en $m/mm^2 \cdot \Omega = 56 m/mm^2 \cdot \Omega$
- s: sección del cable en mm^2

- **Reactancia del circuito**

$$X = 0,008 \cdot L \quad \text{A5}$$

- **Resistencia del circuito**

$$R = \frac{1}{50} \cdot \left(\frac{L}{s} \right) \quad \text{A6}$$


- **Impedancia del circuito**

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2} \quad \text{A7}$$

- **Intensidad de cortocircuito**

$$I_{cc} = \frac{U}{1,732 \cdot Z \cdot 1000} \quad \text{A8}$$

DERIVACIÓN INDIVIDUAL																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	ΔV% Par.	ΔV%	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm²)	(mm²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
D.I	Derivación individual	IV/250	10 KA	218023	1	0,7	152616	400	220,3	4 x 120+70	120	35	0,50	0,50	0,28	0,01	0,28	0,82	RZ-1 0,6/1kV	Enterrada	Coarrugado

CUADRO PRINCIPAL																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	ΔV% Par.	ΔV%	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm²)	(mm²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
F1	T.C. de uso general exposición y venta 1	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	3,26	3,76	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F2	T.C. de uso general exposición y venta 2	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	3,26	3,76	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F3	Tomas de corriente de uso general servicios	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	30	2,80	3,29	0,24	0,24	0,34	0,39	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F4	Ventilación impulsión 1	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	2 x 2,5 + 2,5	2,5	30	0,06	0,56	0,24	0,24	0,34	0,68	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F5	Ventilación extracción 1	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	2 x 2,5 + 2,5	2,5	25	0,05	0,55	0,20	0,20	0,28	0,82	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F6	Centralita de incendio	II/6A	C/6KA	400	1	1	400	230	1,739	2 x 2,5 + 2,5	2,5	6	0,06	0,56	0,05	0,05	0,07	1,96	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F7	Centralita de seguridad	II/6A	C/6KA	400	1	1	400	230	1,739	2 x 2,5 + 2,5	2,5	6	0,06	0,56	0,05	0,05	0,07	1,96	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F8	Subcuadro 1	IV/40A	C/35KA	30400	1	0,75	22800	400	32,91	4 x 25 + 25	25	25	0,25	0,75	0,20	0,02	0,20	1,15	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F9	Subcuadro 2	IV/20A	C/35KA	13386	1	0,75	10040	400	14,49	4 x 16 + 16	16	35	0,25	0,74	0,28	0,04	0,28	0,81	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F10	Subcuadro 3	IV/50A	C/35KA	38950	1	0,75	29213	400	42,16	4 x 25 + 25	25	45	0,59	1,08	0,36	0,04	0,36	0,64	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F11	Subcuadro 4	IV/20A	C/35KA	14988	1	0,75	11241	400	16,22	4 x 16 + 16	16	7	0,05	0,55	0,06	0,01	0,06	4,07	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F12	Subcuadro 5	IV/20A	C/35KA	16100	1	0,75	12075	400	17,43	4 x 16 + 16	16	35	0,29	0,79	0,28	0,04	0,28	0,81	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F13	Subcuadro 6	IV/16A	C/35KA	10344	1	0,75	7758	400	11,2	4 x 10 + 10	10	50	0,43	0,93	0,40	0,10	0,41	0,56	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F14	Subcuadro 7	IV/100A	C/35KA	47355	1	0,75	35516	400	51,26	4 x 35 + 35	35	70	0,79	1,29	0,56	0,04	0,56	0,41	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F15	Aire acond.Inverter unidad exterior 1	IV/32A	D/70KA	13330	1,25	1	16663	400	24,05	4 x 6 + 6	4	20	0,93	1,43	0,16	0,10	0,19	1,22	H07Z1-K	Superficial	Canal
F16	Aire acond. Inverter unidad exterior 2	IV32A	D/70KA	13330	1,25	1	16663	400	24,05	4 x 6 + 6	4	20	0,93	1,43	0,16	0,10	0,19	1,22	H07Z1-K	Superficial	Canal
F17	Split aire acond. 1	II/16A	C/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 4 + 4	4	15	1,09	1,59	0,12	0,08	0,14	0,94	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F18	Split aire acond. 2	II/16A	C/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 4 + 4	4	30	2,18	2,68	0,24	0,15	0,28	0,47	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F19	Motor Persiana	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	0,71	1,21	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
L13	Iluminación ext. zona acceso principal	II/10A	C/6KA	450	1,8	1	810	230	1,957	2 x 2,5 + 2,5	2,5	45	0,98	1,48	0,36	0,36	0,51	0,26	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
	TOTAL			218023																	

SUBCUADRO 1																					
Línea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	$\Delta V\%$ Par.	$\Delta V\%$	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm ²)	(mm ²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
F20	Motor grupo generador	IV/16A	D/6KA	7500	1,25	1	9375	400	13,53	3 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,42	1,17	0,08	0,08	0,11	2,04	H07Z1-K	Superficial	Coarrugado
F21	Motor Ventilador	IV/25A	D/6KA	9200	1,25	1	11500	400	16,6	3 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,51	1,26	0,08	0,08	0,11	2,04	H07Z1-K	Superficial	Coarrugado
F22	T.C. monofásicas CETAC Zona Estacionamiento vehículos	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	3,26	4,01	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F23	T.C trifásicas CETAC Estacionamiento vehículos	IV/16A	C/6KA	6800	1	1	6800	400	9,815	4 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,21	1,97	0,32	0,32	0,45	0,51	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F24	T.C. uso general Estacionamiento vehículos	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	3,73	4,48	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
	TOTAL			30400																	

SUBCUADRO 2																					
Línea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	$\Delta V\%$ Par.	$\Delta V\%$	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm ²)	(mm ²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
L11	Iluminación Cabina de pintura/Pruebas	II/10A	C/6KA	696	1,8	1	1253	230	3,026	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,34	1,08	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Superficial	Canal
F25	T.C. de uso general	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,93	1,67	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F26	Máquina analizadora de humos	IV/16A	D/6KA	7500	1,25	1	9375	400	13,53	4 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,42	1,16	0,08	0,08	0,11	2,04	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F27	Ventilación	IV/10A	D/6KA	750	1,25	1	938	400	1,353	4 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,04	0,78	0,08	0,08	0,11	2,04	H07Z1-K	Superficial	Canal
F28	Cámara opacidad	II/10A	C/6KA	250	1,25	1	313	230	1,087	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,17	0,91	0,16	0,16	0,23	0,59	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F29	Ventilación impulsión 2	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	4 x 2,5 + 2,5	2,5	50	0,10	0,85	0,40	0,40	0,57	0,41	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F30	Ventilación extracción 3	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	4 x 2,5 + 2,5	2,5	50	0,10	0,85	0,40	0,40	0,57	0,41	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
	TOTAL			13386																	

SUBCUADRO 3																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	ΔV% Par.	ΔV%	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm²)	(mm²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
F31	Elevador 2 columnas HP-50	II/16A	D/6KA	3000	1,25	1	3750	230	13,04	2 x 4 + 4	4	20	1,27	2,35	0,16	0,10	0,19	0,70	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F32	Desmontadora de ruedas DT-95	II/10A	D/6KA	1500	1,25	1	1875	230	6,522	2 x 4 + 4	4	20	0,63	1,72	0,16	0,10	0,19	0,70	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F33	Vulcanizadora VZ-1100	II/10A	D/6KA	1500	1,25	1	1875	230	6,522	2 x 4 + 4	4	20	0,63	1,72	0,16	0,10	0,19	0,70	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F34	Equilibradora de ruedas ET-99A	II/10A	D/6KA	400	1,25	1	500	230	1,739	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,27	1,35	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F35	Generador de nitrógeno	II/10A	D/6KA	200	1,25	1	250	230	0,87	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,14	1,22	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F36	Máquina de aire acondicionado AC-250	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,41	1,49	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F37	Alineador de ruedas	II/10A	D/6KA	700	1,25	1	875	230	3,043	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,47	1,56	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F38	Compresor de aire CAI-300	II/10A	D/6KA	1000	1,25	1	1250	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,68	1,76	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F39	Analizador de gases	II/16A	C/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 4 + 4	4	20	1,46	2,54	0,16	0,10	0,19	0,70	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F40	T.C. monofásicas CETAC 1 Zona taller	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	3,26	4,34	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Superficial	Canal
F41	T.C. trifásicas CETAC 1 Zona taller	IV/16A	C/6KA	6800	1	1	6800	400	9,815	4 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,21	2,30	0,32	0,32	0,45	0,51	H07Z1-K	Superficial	Canal
F42	T.C. de corriente de uso general Almacén y Espacio de residuos	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	3,73	4,81	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F43	Tomas de corriente de uso general 1 Zona taller	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	3,73	4,81	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Superficial	Canal
F44	T.C. de uso general Vestuarios+Servicios H/M	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	3,73	4,81	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F45	Línea pre ITV NTS 500	II/10A	C/6KA	6000	1,25	1	7500	230	26,09	2 x 2,5 + 2,5	2,5	15	3,04	4,12	0,12	0,12	0,17	0,78	H07Z1-K	Enterrado	Tubo PVC
	TOTAL			38950																	

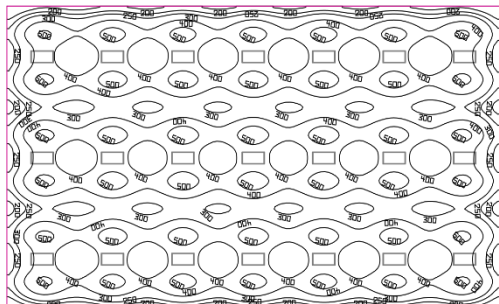
SUBCUADRO 4																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	$\Delta V\%$ Par.	$\Delta V\%$	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm ²)	(mm ²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
L4	Iluminación 4	II/10A	C/6KA	788	1,8	1	1418	230	3,426	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	1,34	1,89	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado/F. techo	Coarrugado
F46	T.C. de de uso general	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,93	1,48	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F47	Alimentacion SAI	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,93	1,48	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F48	Split Oficina	II/10A	C/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	3	0,35	0,90	0,02	0,02	0,03	3,91	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F49	Centralita de teléfono	II/6A	C/6KA	400	1	1	400	230	1,739	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,11	0,66	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F50	Aire acondicionado Oficina	II/10A	D/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	1,16	1,72	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Superficial	Canal
	TOTAL			14988																	
SUBCUADRO 5																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	$\Delta V\%$ Par.	$\Delta V\%$	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm ²)	(mm ²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
F51	Motor Persiana 1	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,20	1,13	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Superficial	Canal
F52	Motor Persiana 2	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	15	0,30	1,23	0,12	0,12	0,17	0,78	H07Z1-K	Superficial	Canal
F53	Motor Persiana 3	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,41	1,33	0,16	0,16	0,23	0,59	H07Z1-K	Superficial	Canal
F54	Motor Persiana 4	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	0,71	1,64	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Superficial	Canal
F55	T.C. monofásicas CETAC Recambios y otros y Box taller recepción	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 4 + 4	2,5	35	3,26	4,19	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F56	T.C. trifásicas CETAC Recambios y otros y Box taller recepción	IV/16A	C/6KA	6800	1	1	6800	400	9,815	4 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,21	2,14	0,32	0,32	0,45	0,51	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
F57	T.C. de uso general Recambios y otros y Box taller recepción	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 4 + 4	4	40	2,33	3,26	0,32	0,20	0,38	0,35	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
	TOTAL			16100																	

SUBCUADRO 6																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	$\Delta V\%$ Par.	$\Delta V\%$	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm ²)	(mm ²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
L1	Iluminación 1	II/10A	C/6KA	1152	1,8	1	2074	230	5,009	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	1,96	2,75	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado/F. techo	Coarrugao
L2	Iluminación 2	II/10A	C/6KA	1008	1,8	1	1814	230	4,383	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,96	2,75	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Empotrado/F. techo	Coarrugao
L3	Iluminación 3	II/10A	C/6KA	1008	1,8	1	1814	230	4,383	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	1,71	2,51	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Empotrado/F. techo	Coarrugao
E1	Emergencia 1	II/10A	C/6KA	96	1,8	1	173	230	0,417	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	0,16	0,95	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
L5	Iluminación 5	II/10A	C/6KA	1076	1,8	1	1937	230	4,678	2 x 2,5 + 2,5	2,5	25	1,31	2,10	0,20	0,20	0,28	0,47	H07Z1-K	Empotrado/F. techo	Coarrugao
L6	Iluminación 6	II/10A	C/6KA	1000	1,8	1	1800	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	25	1,22	2,01	0,20	0,20	0,28	0,47	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
L7	Iluminación 7	II/10A	C/6KA	1000	1,8	1	1800	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	30	1,46	2,25	0,24	0,24	0,34	0,39	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
L8	Iluminación 8	II/10A	C/6KA	1000	1,8	1	1800	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	1,70	2,49	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
E2	Emergencia 2	II/10A	C/6KA	144	1,8	1	259	230	0,626	2 x 2,5 + 2,5	2,5	35	0,24	1,04	0,28	0,28	0,40	0,34	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
L9	Iluminación 9	II/10A	C/6KA	1000	1,8	1	1800	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,94	2,74	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
L10	Iluminación 10	II/10A	C/6KA	1000	1,8	1	1800	230	4,348	2 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,94	2,74	0,32	0,32	0,45	0,29	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
E3	Emergencia 3	II/10A	C/6KA	120	1,8	1	216	230	0,522	2 x 2,5 + 2,5	2,5	60	0,35	1,14	0,48	0,48	0,68	0,20	H07Z1-K	Superficial	Tubo PVC
F58	Ventilación extracción 2	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	4 x 2,5 + 2,5	2,5	50	0,10	0,89	0,40	0,40	0,57	0,41	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugao
F59	Ventilación impulsión 3	IV/6A	D/6KA	370	1,25	1	463	400	0,668	4 x 2,5 + 2,5	2,5	50	0,10	0,89	0,40	0,40	0,57	0,41	H07Z1-K	Empotrado	Coarrugado
	TOTAL			10344																	

SUBCUADRO 7																					
Linea	CIRCUITO	Protec.	Curva/PdC	P.N.	Coef.	Coef.	Pot.	U	I	S. Cond.	S	L	ΔV% Par.	ΔV%	X	R	Z	Icc	Conductor	Montaje	Canalización
		TIPO	TIPO	(W)	Correc.	Simul.	(W)	(V)	(A)	(mm²)	(mm²)	(m)	(%)	(%)	Ω	Ω	Ω	kA			
L12	Iluminación Sala técnica	II/10A	C/6KA	232	1,8	1	418	230	1,009	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,11	1,40	0,08	0,08	0,11	1,17	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
L14	Iluminación exterior Zona accesos	II/10A	C/6KA	450	1,8	1	810	230	1,957	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,22	1,51	0,08	0,08	0,11	1,17	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
L15	Iluminación Patio exterior 1	II/10A	C/6KA	612	1,8	1	1102	230	2,661	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,30	1,59	0,08	0,08	0,11	1,17	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
L16	Iluminación Patio exterior 2	II/10A	C/6KA	128	1,8	1	230	230	0,557	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,06	1,35	0,08	0,08	0,11	1,17	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F60	T.C. de uso general	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,93	2,22	0,08	0,08	0,11	1,17	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F61	T.C. monofásicas CETAC	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 2,5 + 2,5	2,5	20	1,86	3,15	0,16	0,16	0,23	0,59	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F62	T.C. trifásicas CETAC	IV/16A	C/6KA	6800	1	1	6800	400	9,815	4 x 2,5 + 2,5	2,5	20	0,61	1,90	0,16	0,16	0,23	1,02	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F63	T.C. de uso general 2 Zona taller	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 4 + 4	4	40	2,33	3,62	0,32	0,20	0,38	0,35	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F64	T.C. monofásicas CETAC 2 Zona taller	II/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 4 + 4	4	35	2,04	3,33	0,28	0,18	0,33	0,40	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F65	T.C. trifásicas CETAC 2 Zona taller	IV/16A	C/6KA	6800	1	1	6800	400	9,815	4 x 2,5 + 2,5	2,5	40	1,21	2,50	0,32	0,32	0,45	0,51	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Canal
F66	Tren de lavado	IV/10A	C/6KA	3078	1	1	3078	400	4,443	4 x 4 + 4	4	10	0,09	1,38	0,08	0,05	0,09	2,45	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F67	Zona de aspiración	IV/16A	C/6KA	3450	1,25	1	4313	230	15	2 x 10 + 10	10	50	1,46	2,75	0,40	0,10	0,41	0,32	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F68	Máquinas de vending	IV/16A	C/6KA	3450	1	1	3450	230	15	2 x 4 + 4	4	25	1,46	2,75	0,20	0,13	0,24	0,56	RZ-1 0,6/1kV	Enterrado	Tubo PVC
F69	Etapa de vertido	IV/16A	C/6KA	1000	1	1	1000	230	4,348	2 x 4 + 4	4	25	0,42	1,71	0,20	0,13	0,24	0,56	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F70	Bomba de recirculación 1 Desinfección	IV/10A	C/6KA	2000	1,25	1	2500	400	3,608	3 x 4 + 4	4	20	0,14	1,43	0,16	0,10	0,19	1,22	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F71	Bomba de recirculación 2 Desinfección	IV/10A	C/6KA	2000	1,25	1	2500	400	3,608	3 x 4 + 4	4	20	0,14	1,43	0,16	0,10	0,19	1,22	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F72	Bomba impulsión depósito	IV/10A	C/6KA	1000	1,25	1	1250	400	1,804	3 x 4 + 4	4	20	0,07	1,36	0,16	0,10	0,19	1,22	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F73	Bomba Micro-Inverter	II/16A	C/6KA	1955	1,25	1	2444	230	8,5	3 x 4 + 4	4	20	0,82	2,11	0,16	0,10	0,19	0,70	RZ-1 0,6/1kV	Superficial	Tubo PVC
F74	Motor Persiana 5	II/10A	D/6KA	600	1,25	1	750	230	2,609	2 x 2,5 + 2,5	2,5	10	0,20	1,13	0,08	0,08	0,11	1,17	H07Z1-K	Superficial	Canal
TOTAL				47355																	

Anexo B: Diseño del alumbrado mediante Dialux

Exposición y venta



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

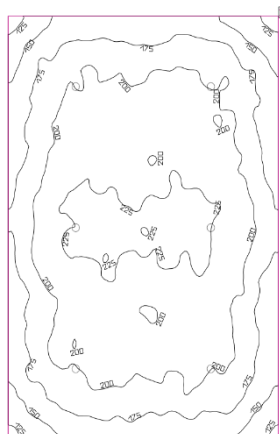
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	389 (≥ 300)	128	559	0.33	0.23
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
21 ASTZ - - LVO07-4x36-031 PRB HF	8871	140.0	63.4
Suma total de luminarias	186291	2940.0	63.4

Potencia específica de conexión: $7.18 \text{ W/m}^2 = 1.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 409.42 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 10600 kWh/a de un máximo de 14350 kWh/a.

Zona de estacionamiento de vehículos para entrega, zona de paso de vehículos y zona de estacionamiento de vehículos para reparar



Altura interior del local: 11.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

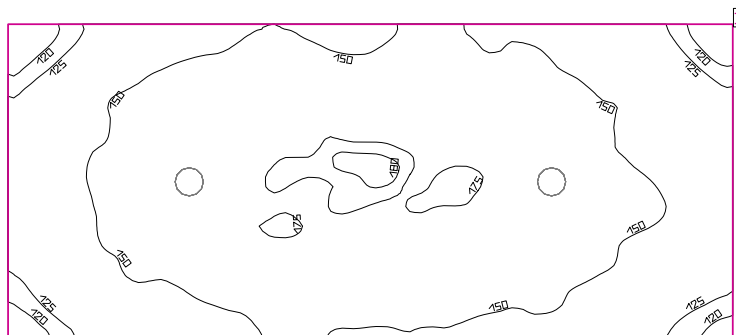
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	194 (≥ 300)	117	238	0.60	0.49
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 Gewiss - GW85894S HERCULES - 250W SE (F=0)	26911	276.0	97.5
Suma total de luminarias	161466	1656.0	97.5

Potencia específica de conexión: $5.26 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 314.57 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 3750 kWh/a de un máximo de 11050 kWh/a.

Zona de recambios y otros



Altura interior del local: 11.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

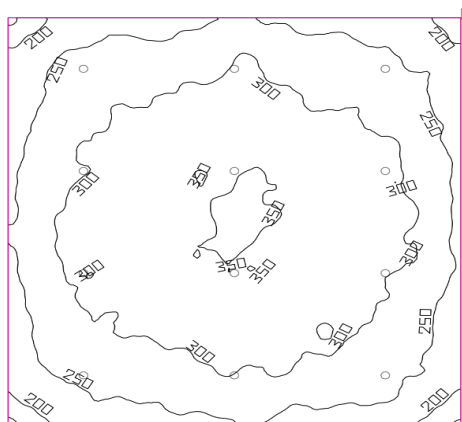
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	153 (≥ 300)	113	183	0.74	0.62
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Gewiss - GW85894S HERCULES - 250W SE (F=0)	26911	276.0	97.5
Suma total de luminarias	53822	552.0	97.5

Potencia específica de conexión: $11.45 \text{ W/m}^2 = 7.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 48.23 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 1250 kWh/a de un máximo de 1700 kWh/a.

Zona taller y zona de paso de vehículos



Altura interior del local: 11.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

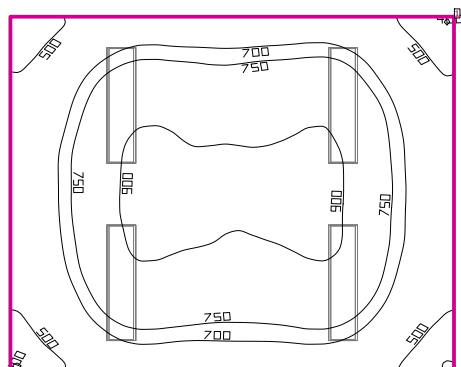
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	288 (≥ 300)	172	369	0.60	0.47
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
12 Gewiss - GW85894S HERCULES - 250W SE (F=0)	26911	276.0	97.5
Suma total de luminarias	322932	3312.0	97.5

Potencia específica de conexión: $6.81 \text{ W/m}^2 = 2.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 486.03 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 7450 kWh/a de un máximo de 17050 kWh/a.

Oficina



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

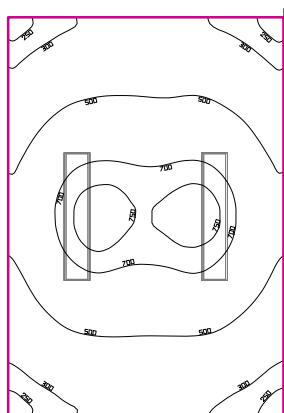
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	739 (≥ 500)	395	929	0.53	0.43
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 Lenneper GmbH & Co. KG - LSF0258 1ST	7061	134.0	52.7
Suma total de luminarias	28244	536.0	52.7

Potencia específica de conexión: $23.91 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 22.42 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 1450 kWh/a de un máximo de 800 kWh/a.

Espacio de residuos



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

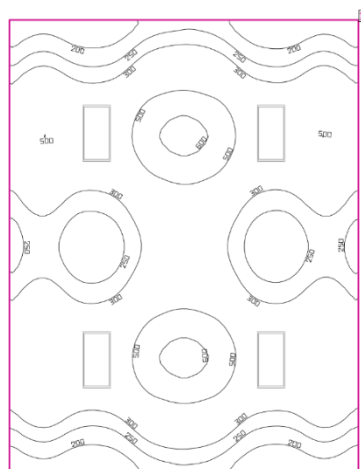
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	510 (≥ 300)	223	777	0.44	0.29
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Lennep GmbH & Co. KG - LSF0258 1ST	7061	134.0	52.7
Suma total de luminarias	14122	268.0	52.7

Potencia específica de conexión: $16.87 \text{ W/m}^2 = 3.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 15.89 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 600 kWh/a de un máximo de 600 kWh/a.

Almacén



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

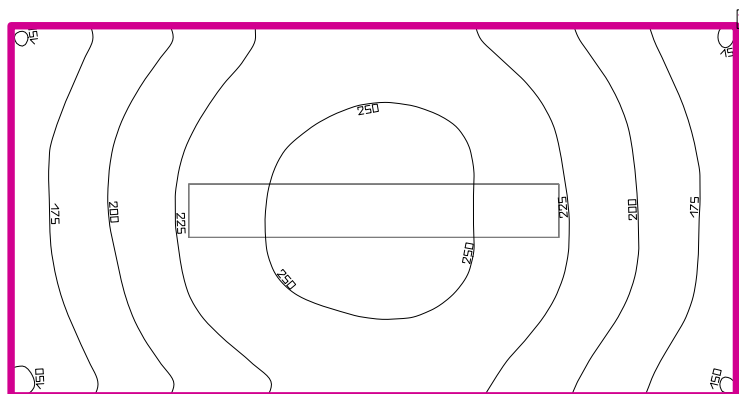
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	354 (≥ 200)	151	629	0.43	0.24
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 ASTZ - - LVO07-4x36-031 PRB HF	8871	140.0	63.4
Suma total de luminarias	35484	560.0	63.4

Potencia específica de conexión: $7.35 \text{ W/m}^2 = 2.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 76.15 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 92 kWh/a de un máximo de 2700 kWh/a.

Habitación cuadro principal



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

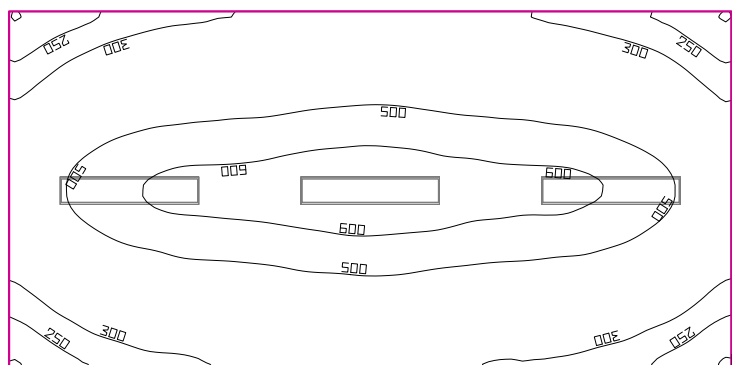
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	215 (≥ 200)	147	261	0.68	0.56
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 LAMP - 6241040 BCN T8 1X36W 1250MM AND.	2260	36.0	62.8
Suma total de luminarias	2260	36.0	62.8

Potencia específica de conexión: $11.76 \text{ W/m}^2 = 5.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 3.06 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 6 kWh/a de un máximo de 150 kWh/a.

Cabina de pintura



Altura interior del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

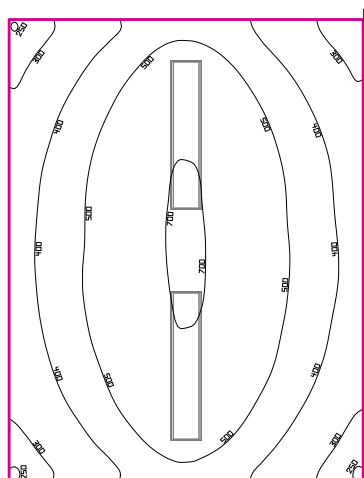
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	435 (≥ 300)	194	671	0.45	0.29
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Lenneper GmbH & Co. KG - LSF0258 1ST	7061	134.0	52.7
Suma total de luminarias	21183	402.0	52.7

Potencia específica de conexión: $12.47 \text{ W/m}^2 = 2.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 32.24 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 900 kWh/a de un máximo de 1150 kWh/a.

Sala técnica



Altura interior del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

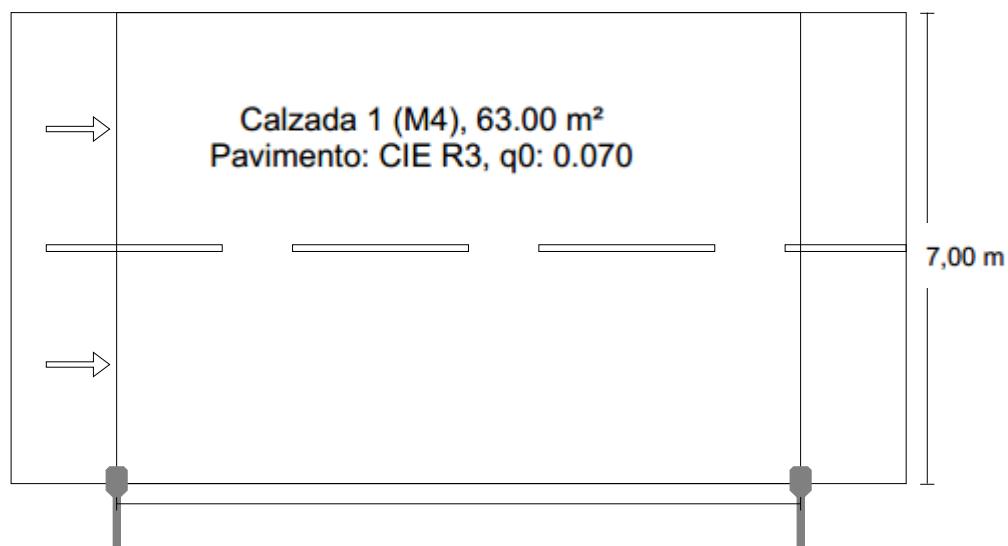
Plano útil

Superficie	Resultado	Media	Min.	Max.	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil	1 intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	482 (≥ 300)	245	716	0.51	0.34
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Lenneper GmbH & Co. KG - LSF0258 1ST	7061	134.0	52.7
Suma total de luminarias	14122	268.0	52.7

Potencia específica de conexión: $15.48 \text{ W/m}^2 = 3.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 17.32 m^2). Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 600 kWh/a de un máximo de 650 kWh/a.

Iluminación exterior hacia EN 13201:2015



Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.67

Calzada 1 (M4)

Lm	Uo	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
[cd/m ²] ≥ 0.75	≥ 0.40			
✓1.69	✓0.56	✓0.96	✓4	✓0.67

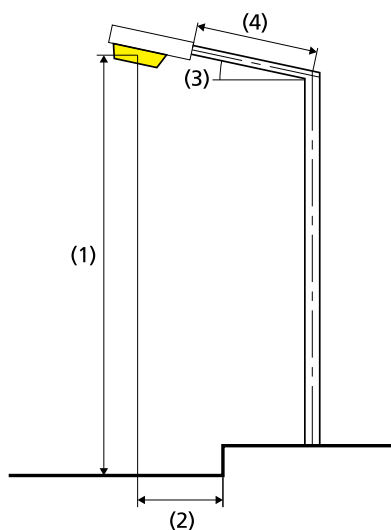
Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp) 0.073 W/lxm²

Densidad de consumo de energía

Organización: Dover 500 (688.0 kWh/año) 10.9 kWh/m² año

DW Windsor Lighting DOS P 150T E Dover 500



Lámpara: 1xMASTER CityWhite CDO-

TT Plus 150W/828 E40

Flujo luminoso (luminaria): 13592.99 lm

Flujo luminoso (lámpara): 16500.00 lm

Horas de trabajo

4000 h: 100.0 %, 172.0 W

W/km: 19092.0

Organización: unilateral abajo

Distancia entre mástiles: 9.000 m

Inclinación del brazo (3): 0.0°

Longitud del brazo (4): 1.000 m

Saliente del punto de luz (2): 0.000 m

ULR: 0.00

ULOR: 0.00

Valores máximos de la intensidad lumínica

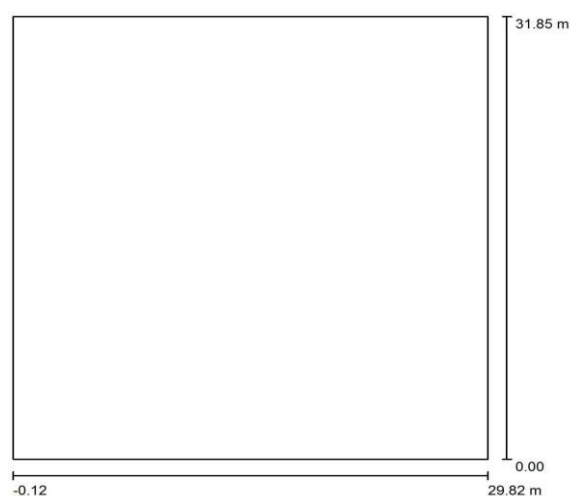
a 70°: 399 cd/klm a 80°: 69.7 cd/klm a 90°: 0.00 cd/klm

Clase de potencia lumínica: G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Patio exterior / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:296

Lista de piezas - Luminarias

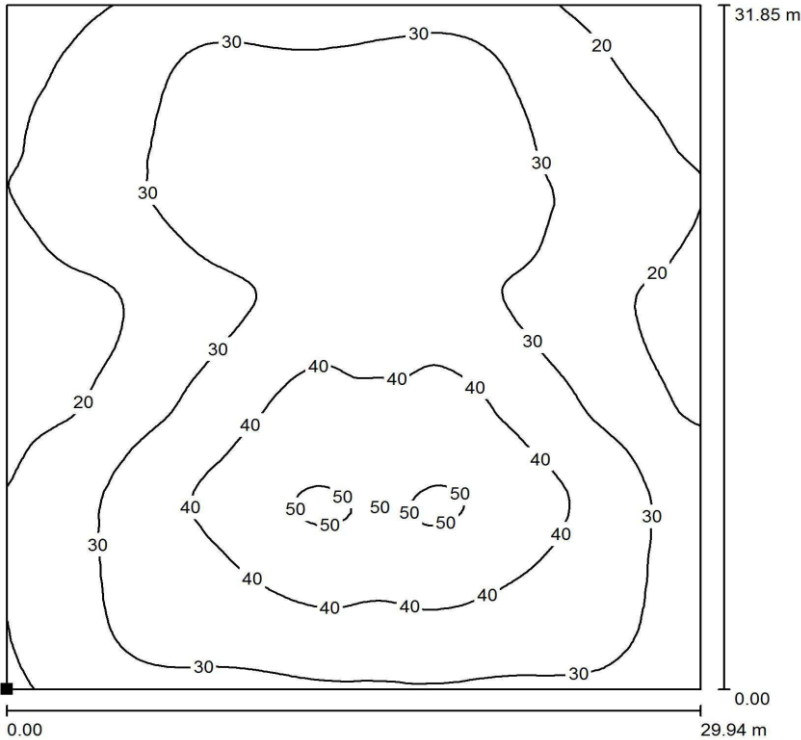
Nº Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	2 SIMON 103-000530016 Nath S RJ optic 6500lm 3000K 64W (1.000)	6500	6500	64.0
2	SIMON 104-000740016 Nath L RJ optic ⁴ 10500lm 3000K 102W (1.000)	10500	10500	102.0
3	SIMON 104-000740016 Nath L RJ optic ² 10500lm 3000K 102W (Tipo 1)* (1.000)	8000	8000	102.0

*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 71000

Total: 71000

Patio exterior / Elemento del suelo / Superficie / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1:250

Situación de la superficie en la escena exterior:

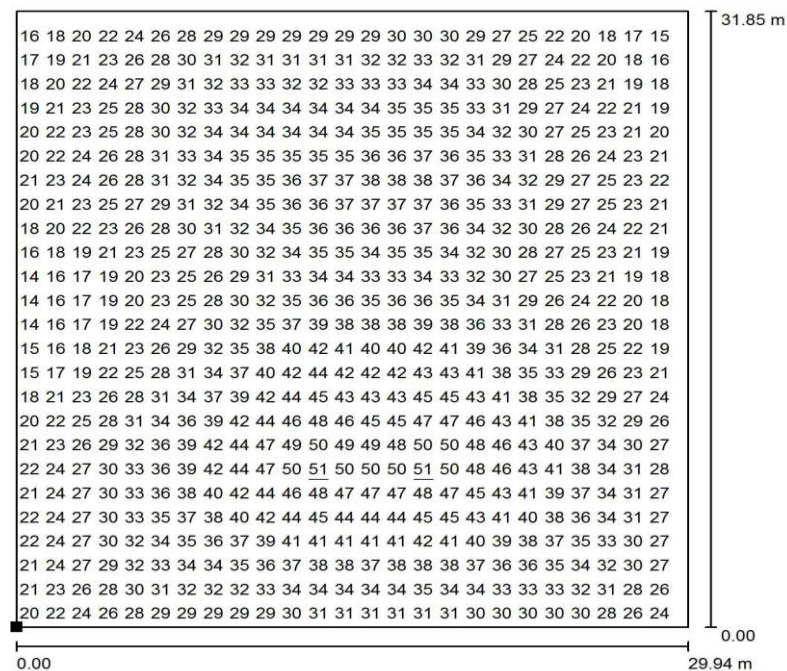
Punto marcado:

(-0.120 m, 0.000 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 128 puntos

Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em	Emin/Emax
31	13	51	0.405	0.245

Patio exterior / Elemento del suelo / Superficie / Gráfico de valores (E)

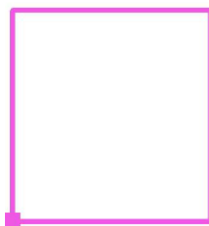


Valores en Lux, Escala 1:250

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:

(-0.120 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 puntos

Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em	Emin/Emax
31	13	51	0.405	0.245

Anexo C: Cálculo de carga de fuego almacén

Materiales Almacén	Masa			Materia constructiva predominante							
	Ud.	Peso unit. (kg o l)	Peso total (kg)	Metal	Vidrio	Termoplás.	Goma	Líquido infl.	Líquido no infl.	Gas no infl.	Papel
Eléctricos											
Fusibles de diferentes intensidades	100	0,03	3		X						
Bombillas de diferentes características	50	0,05	2,5		X						
Juegos de luces antiniebla	30	0,2	6		X						
Módulos electrónicos	15	0,3	4,5								
Cables de diferentes secciones	100	0,08	8	X		X					
Baterías	10	5	50			X		X			
Mecánicos											
Escobillas limpia parabrisas	30	0,2	6	X			X				
Aceites de diferentes viscosidades	100	0,942	94,2					X			
Anticongelantes	30	0,8	24						X		
Pastillas de frenos	40	0,1	4	X							
Zapatillas de frenos	40	0,15	6	X							
Discos de freno	10	0,4	4	X							
Amortiguadores	10	1	10	X							
Bujías	30	0,08	2,4								
Líquidos de freno	10	0,95	9,5						X		
Líquido de dirección asistida	6	0,95	5,7						X		
Bombonas de gas de aire acondicionado	4	1	4							X	
Neumáticos	15	8	120				X				
Plomos de equilibrado	30	0,01	0,3	X							
Guardapolvos de transmisiones	10	0,05	0,5			X					
Filtros de aceite	15	0,4	6	X							
Filtros de gas-oil	15	0,3	4,5	X							
Filtros de aire	15	0,3	4,5			X					
Otros filtros	10	0,2	2			X	X				
Juntas	200	0,01	2								
Correas	20	0,1	2				X				
Tornillos	500	0,001	0,5	X							
Pintura											
Imprimación	20	1	20					X			
Catalizador	20	1	20						X		
Pinturas acrílicas	20	1	20						X		
Pinturas al agua	20	1	20						X		
Barnices	10	1	10						X		
Disolventes	10	1	10					X			
Carrocería											
Masilla poliéster	5	5	25			X					
Lija (hojas)	50	0,01	0,5								X
Cinta de carrocería (rollos)	20	0,02	0,4								X
Masa Total				49,3	11,5	90	130	174,2	109,2	4	0,9

Cálculo de la carga de fuego y nivel de riesgo intrínseco del Almacén				
Material	G: Masa total	q: Pde	C: Coef.	G*q*C
Metal	49,3	0		0
Vidrio	11,5	0		0
Termoplás.	90	5	1	450
Goma	130	7,5	1	975
Líquido infl.	174,2	7	1	1219,4
Líquido no infl.	109,2	0		0
Gas no infl.	4	0		0
Papel	0,9	4	1	3,6
Total ($\sum G*q*C$)				2648

Determinación carga de fuego y riesgo intrínseco	
$Q_s = \frac{\sum_i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$	
$\sum G*q*C$	2648 Mcal
Superficie Almacén	78,15 m2
Ra: Coef.adimensional grado de peligrosidad	1,5
Densidad de carga de fuego ponderada Qs	50,825 Mcal/m2
Riesgo intrínseco	Qs ≤ 100 BAJO 1

Anexo D: Estudio de amortización de la reutilización de aguas

	AÑO 1: 2018												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión	49216,4												
Agua		37,92											
Consumo luz		303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19	303,19
Luz potencia contratada		22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Ganancia	0	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total cobro	0	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total pago	0	363,84	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92	325,92
Amortización		806,16	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08	844,08
Mov. Fondo	-49216,4	-48410,2	-47566,2	-46722,1	-45878	-45033,9	-44189,8	-43345,8	-42501,7	-41657,6	-40814	-39969,4	-39125,4

	AÑO 2: 2019											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión												
Agua												
Consumo luz	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83
Luz potencia contratada	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Ganancia	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total cobro	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total pago	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56
Amortización	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44
Mov. Fondo	-38293,92	-37462,5	-36631	-35799,6	-34968,2	-34136,7	-33305,3	-32473,8	-31642,4	-30811	-29980	-29148,1

	AÑO 3: 2020											
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Inversión												
Agua												
Consumo luz	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83
Luz potencia contratada	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Ganancia	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total cobro	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total pago	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56
Amortización	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44
Mov. Fondo	-28316,64	-27485,2	-26653,8	-25822,3	-24990,9	-24159,4	-23328	-22496,6	-21665,1	-20833,7	-20002	-19170,8
	AÑO 3: 2021											
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Inversión												
Agua												
Consumo luz	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83
Luz potencia contratada	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Ganancia	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total cobro	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total pago	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56
Amortización	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44
Mov. Fondo	-18339,36	-17507,9	-16676,5	-15845	-15013,6	-14182,2	-13350,7	-12519,3	-11687,8	-10856,4	-10025	-9193,52

	AÑO 3: 2022											
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Inversión												
Agua												
Consumo luz	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83	315,83
Luz potencia contratada	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Ganancia	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total cobro	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
Total pago	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56	338,56
Amortización	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44	831,44
Mov. Fondo	-8362,08	-7530,64	-6699,2	-5867,76	-5036,32	-4204,88	-3373,44	-2542	-1710,56	-879,12	-47,68	783,76

Anexo E: Precio de la electricidad

ANEXO DE PRECIOS CLIENTES DE EMPRESAS. CONDICIONES ECONOMICAS Válido para contrataciones realizadas hasta el 15/01/2018

Electricidad	Tarifas de acceso de electricidad	Tensión	Potencia	Denominación Producto	Tarifa de Referencia / Precios		Condiciones Económicas	Descripción
					Término de Potencia (€/kW año)	Término de Energía (€/kWh)		
	3.0A	Baja Tensión	> 15 kW y ≤ 30 kW	Tarifa Preferente (2)	Propuesta de precios Endesa (1)		34%	30% de descuento indefinido y un 4% adicional durante 12 meses en el término de la energía
					Punta: 41,950752	Punta: 0,171855		
					Llano: 25,170444	Llano: 0,150512		
					Valle: 16,780296	Valle: 0,109125		
			> 30 kW y ≤ 50 kW		Punta: 41,950752	Punta: 0,167462		
					Llano: 25,170444	Llano: 0,14612		
					Valle: 16,780296	Valle: 0,104733		
					> 50 kW y ≤ 100 kW	Punta: 41,950752		
			Llano: 25,170444			Llano: 0,142625		
			Valle: 16,780296			Valle: 0,101238		
			> 100 kW y ≤ 250 kW			Punta: 41,950752		
Llano: 25,170444					Llano: 0,140143			
Valle: 16,780296	Valle: 0,098756							

(1) Actualizables en función de las revisiones reglamentarias por componentes regulados.

(2) Los precios se podrán actualizar, cada 1 de enero, con el valor del IPC real

Anexo F: Precio del agua



Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua, S.A.

Atención al Cliente: 900 710 710 (laborables de 8 a 20 h)
Averías: 900 700 720 (24 h)
www.aiguesdebarcelona.cat

La factura del agua para suministros comerciales/industriales año 2017

Se detallan a continuación los conceptos incluidos en la factura del agua para suministros de uso comercial/industrial con contador. Los suministros comerciales e industriales consisten en el uso del agua para atender las necesidades de los locales comerciales y de negocio (oficinas, despachos, clínicas, etc.) o bien de las industrias.

La frecuencia habitual de facturación de estos suministros es cada dos meses. En casos de niveles altos de consumo la facturación puede ser mensual.

Para la primera factura del año, algunos de los importes de los conceptos que aquí se detallan no coinciden con los de la factura, porque el período de consumo tiene el inicio en el año anterior y se aplican tarifas intermedias.

El importe de las tarifas del servicio y el límite de los tramos de consumo relacionados a continuación corresponden a una periodicidad mensual.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TARIFAS DEL SERVICIO

Las tarifas vigentes para el año 2017, autorizadas por la Comissió de Preus de Catalunya, se componen de una **cuota de servicio** y dos **tramos de consumo**.

La **cuota de servicio** garantiza la disponibilidad inmediata y el acceso permanente al servicio de agua potable. Depende de la clasificación según el caudal nominal del suministro, de acuerdo con el vigente *Reglament del Servei metropolità del cicle integral de l'aigua*, publicado en el BOP de 20/11/2012.

Para el detalle de las tarifas comercial/industrial, cabe distinguir entre contador sobre batería o sobre ramal único. A partir del 11 de noviembre de 2016 los precios son los siguientes:

CONTADORES SOBRE BATERÍA

Caudal nominal suministro	Cuota de servicio (€/mes)
1,00 m³/hora	10,16
1,60 m³/hora	15,62
2,50 m³/hora	23,80
4,00 m³/hora	37,37

El consumo se reparte en dos **tramos de consumo** con tarifa creciente. Los límites de dichos tramos y los precios (€/m³) aplicables desde 11 de noviembre de 2016 son:

Tramo 1 - Incluye los primeros 9 m³ mensuales de consumo	0,9073 €/mes
Tramo 2 - Más de 9 m³/mes	1,8147 €/mes

CONTADORES SOBRE RAMAL ÚNICO

Caudal nominal sum. (m³/hora)	Cuota servicio (€/mes)	Límite tramo 1 (m³/mes)
0,25	5,29	16
0,40	8,37	25
0,63	13,30	40
1,00	21,05	63
1,60	33,53	100
2,50	52,89	160
4,00	83,87	250
6,30	132,90	400
10,00	210,32	630
16,00	335,49	1.000
25,00	529,03	1.600
30,00	619,30	1.800
40,00	838,66	2.500
63,00	1.328,97	4.000
100,00	2.103,11	6.300
160,00	3.354,65	10.000
250,00	5.289,99	16.000
400,00	8.386,56	25.000
630,00	13.289,47	40.000
1.000,00	21.030,98	63.000
1.600,00	33.546,35	100.000

El caudal nominal del suministro determina el límite de consumo del tramo 1. El consumo que supera el límite del tramo 1 se factura según tarifa de tramo 2. Los precios del m³ para cada **tramo de consumo** desde 11 de noviembre de 2016 son:

Tramo 1 (€/m³)	1,2901
Tramo 2 (€/m³)	1,9351

CONCEPTOS IMPOSITIVOS DEL CICLO DEL AGUA

CANON DEL AGUA. Tributo con finalidad ecológica. Se destina a la inversión y explotación de los sistemas de saneamiento, los embalses y el resto de infraestructuras de producción y transporte del agua en Cataluña, a la prevención en origen de la contaminación y a los gastos de planificación hidrológica, inspección y control de las aguas. Es un tributo cuya titularidad corresponde a la Agencia Catalana del Agua. Según DOGC núm. 6830 de 13.03.15 la tarifa es:

Tarifa general	0,1630 €/m ³
Tarifa específica	0,6390 €/m ³

Ambas tarifas se aplican en la totalidad del consumo. En todos los casos se factura un mínimo de 6 m³/mes. En determinados suministros, la tarifa específica queda sustituida por una tarifa particular notificada por el ACA; dicha tarifa está relacionada con la carga contaminante de los vertidos.

TASA ALCANTARILLADO (sólo en Barcelona, Montgat, Torrelles y Sant Climent de Llobregat)

Se destina a cubrir el coste de conservación y mantenimiento de la red de alcantarillado para el desagüe de las aguas sucias, desde el punto de consumo hasta los puntos de vertido a los colectores generales y a las estaciones depuradoras.

Barcelona. Tarifas vigentes, según Ordenanza Fiscal 3.5 publicada en el BOP de 30 de diciembre de 2011:

Tramo 1- Los primeros 12 m ³ /mes	a	0,1529 €/m ³
Tramo 2- Más de 12 m ³ /mes	a	0,2294 €/m ³

Montgat. Tarifa vigente, según BOPB de 24 de diciembre de 2013, de 0,111 €/m³.

Torrelles de Llobregat. Tarifa vigente, según BOPB de 31 de diciembre de 2013, de 0,3329 €/m³.

Sant Climent de Llobregat. Tarifa vigente, según BOPB de 31 de diciembre de 2013, de 0,2526 €/m³.

OTROS CONCEPTOS IMPOSITIVOS

IVA (impuesto sobre el valor añadido). Repercute en la factura desde el 1 de enero de 1986 y a partir de 01/09/2012 tiene un gravamen del 10% a aplicar sobre el importe total del consumo de agua (cuota de servicio y tramos de consumo).

El canon del agua también está sujeto a un 10% de IVA y aparece en la factura en una línea separada.

TMTR (TASA METROPOLITANA DE TRATAMIENTO Y DEPOSICIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES)

Se destina a la gestión y el tratamiento de los residuos sólidos. Se recauda por cuenta de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. La Ordenanza fiscal reguladora de la TMTR (BOP de 28 de diciembre de 2016) determina la cuota anual a pagar en función de la actividad económica desarrollada, identificada por el Impuesto de actividades económicas (IAE) del local.

La TMTR se puede incluir o no en la factura del agua, Si se incluye, la cuota a pagar se fracciona de acuerdo con los periodos de la facturación.

Tarifas según IAE (*)

Grupo A (Tarifa CA) **151,75 €/año**

Actividades no consideradas en los grupos B a F

Grupo B (Tarifa CB) **189,69 €/año**

Grupos 474, 476, 504, 505, 613, 645, 651, 652, 653, 655, 656, 659 (excepto 6597), 761, 972

Epígrafes 5013, 6461, 6542, 6545, 9821

Grupo C (Tarifa CC) **227,63 €/año**

Grupos 493, 755, 769, 811, 812, 819, 821, 822, 823, 831, 832, 833, 834, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 849, 932, 933, 943, 944, 945, 964, 966

Epígrafes 9313, 9421, 9429, 9731, 9733

Centros y Organismos Oficiales

Grupo D (Tarifa CD) **265,56 €/año**

Grupos 672, 673, 674, 675, 676, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 981

Epígrafes 9422, 9631, 9651, 9652, 9655, 9671, 9681, 9691, 9692, 9693, 9694, 9695, 9696

Grupo E (Tarifa CE) **341,44 €/año**

Grupos 641, 642, 643, 644, 647

Epígrafes 6597, 6611, 6612, 6613, 6621, 6622

Grupo F (Tarifa CF) **531,13 €/año (**)**

Grupos 671, 677, 681, 682, 683, 684, 951

Epígrafes 9311, 9312, 9314, 9315, 9351, 9352, 9411, 9412

(**) Coeficiente multiplicador en base al consumo:

Consumo hasta 25 m ³	1,00
Consumo de 25 hasta 50 m ³	1,50
Consumo de 50 hasta 100 m ³	2,00
Consumo de 100 hasta 500 m ³	2,50
Consumo mayor a 500 m ³	3,00



TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

INSTALACIONES EN UN CONCESIONARIO DE AUTOMÓVILES CON TALLER DE REPARACIÓN, TREN DE LAVADO Y PLANTA DEPURADORA



Presupuesto

Autor: Cristian Chincolla Jiménez
Director: Josep Pardina Ribas
Convocatoria: Enero 2018

ÍNDICE

1.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1
2.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	19
3.	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	22
4.	INSTALACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEL TREN DE LAVADO	25
5.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	27
6.	TOTAL	28

1. Instalación eléctrica

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
IE1	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102.	Unidad	1	1.771,05	1.771,05
IE2	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3	5,44	16,32
IE3	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	1	3,73	3,73
IE4	Peana prefabricada de hormigón armado para ubicación de 1 ó 2 cajas de protección y medida.	Unidad	1	63,11	63,11
IE5	Juego de pernos metálicos de anclaje para sujeción de armario a peana prefabricada de hormigón armado.	Unidad	1	10,97	10,97
IE6	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	Unidad	1	198,22	198,22
IE7	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3	5,44	16,32
IE8	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3	3,73	11,19

IE9	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	Unidad	1	110,00	110,00
IE10	Batería automática de condensadores marca Circuitor modelo OPTIM3A-62,5-440, para 51 kVAR de potencia reactiva, de 3 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:1:1, para alimentación trifásica a 440 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP 21, de 460x230x930 mm; condensadores regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte.	Unidad	1	1.511,44	1.511,44
IE11	Armario de distribución metálico (cuadro principal), de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP 40, aislamiento clase II, de 1050x650x250 mm, apilable con otros armarios, con techo, suelo y laterales desmontables por deslizamiento (sin tornillos), cierre de seguridad, escamoteable, con llave, acabado con pintura epoxi, microtexturizado, según UNE-EN 60670-1.	Unidad	1	433,19	433,19
IE12	Carril DIN para fijación de aparamenta modular en cuadro eléctrico, de 650 mm de longitud.	Unidad	1	16,28	16,28
IE13	Placa frontal troquelada para elementos modulares en carril DIN, para armario de distribución, de 650x150 mm.	Unidad	1	17,45	17,45
IE14	Placa de montaje interior para armario de distribución metálico de superficie, de 650x300 mm.	Unidad	1	38,81	38,81
IE15	Zócalo con tapa frontal para armario de distribución, de 650x150 mm.	Unidad	1	76,34	76,34
IE16	Derivación individual de 4x120+70 mm ² : Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	m	50	14,43	721,50

IE17	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 28 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	50	5,30	265,00
IE18	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	m	1.000	1,14	1.140,00
IE19	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	m	1.000	1,68	1.680,00
IE20	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	m	1.000	2,17	2.170,00

IE21	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	m	500	5,30	2.650,00
IE22	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 15 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	500	1,73	865,00
IE23	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	500	2,79	1.395,00
IE24	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	500	4,09	2.045,00
IE25	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	m	300	0,26	78,00

IE26	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	m	300	0,29	87,00
IE27	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	m	300	0,39	117,00
IE28	Bandeja perforada de acero galvanizado, de 150x50 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.	m	250	10,57	2.642,50
IE29	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. NEGRO.	m	2.000	0,23	460,00
IE30	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. MARRÓN.	m	2.000	0,23	460,00

IE31	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. GRIS.	m	2.000	0,23	460,00
IE32	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. AZUL.	m	2.000	0,23	460,00
IE33	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. V/A.	m	2.000	0,23	460,00

IE34	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. NEGRO.	m	350	0,37	129,50
IE35	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. MARRÓN.	m	350	0,37	129,50
IE36	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. GRIS.	m	350	0,37	129,50

IE37	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. AZUL.	m	350	0,37	129,50
IE38	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. V/A.	m	350	0,37	129,50
IE39	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. NEGRO.	m	40	0,53	21,20

IE40	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. MARRÓN.	m	40	0,53	21,20
IE41	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. GRIS.	m	40	0,53	21,20
IE42	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. AZUL.	m	40	0,53	21,20

IE43	Cable eléctrico unipolar, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm ² de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Según UNE 21031-3. V/A.	m	40	0,53	21,20
IE44	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4x25 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta y resistencia a los agentes químicos. Según UNE 21123-4.	m	25	10,19	254,75
IE45	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4x16 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, y nula emisión de gases corrosivos.	m	45	6,72	302,40

IE46	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4x10 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	m	50	4,60	230,00
IE47	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4x35 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	m	70	4,60	322,00
IE48	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4G4 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	m	10	1,93	19,30

IE49	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4G4 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	m	50	2,61	130,50
IE50	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 3G4 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos.	m	80	1,49	119,20
IE51	Armario de distribución metálico (cuadro principal), de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP 40, aislamiento clase II, de 1050x650x250 mm, apilable con otros armarios, con techo, suelo y laterales desmontables por deslizamiento (sin tornillos), cierre de seguridad, escamoteable, con llave, acabado con pintura epoxi, microtexturizado, según UNE-EN 60670-1.	Unidad	7	433,19	3.032,33
IE52	Carril DIN para fijación de aparamenta modular en cuadro eléctrico, de 650 mm de longitud.	Unidad	7	16,28	113,96
IE53	Placa frontal troquelada para elementos modulares en carril DIN, para armario de distribución, de 650x150 mm.	Unidad	7	17,45	122,15

IE54	Placa de montaje interior para armario de distribución metálico de superficie, de 650x300 mm.	Unidad	7	38,81	271,67
IE55	Zócalo con tapa frontal para armario de distribución, de 650x150 mm.	Unidad	7	76,34	534,38
IE56	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	3	41,24	123,72
IE57	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	38	53,48	2.032,24
IE58	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	25	67,29	1.682,25
IE59	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	7	53,15	372,05
IE60	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	5	66,49	332,45
IE61	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	8	74,27	594,16
IE62	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 35 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	3	94,39	283,17

IE64	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 70 kA, curva D, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	2	124,98	249,96
IE65	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 70 kA, curva D, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	1	137,98	137,98
IE66	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 35 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	1	156,08	156,08
IE67	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, poder de corte 35 kA, curva C, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	Unidad	1	177,72	177,72
IE68	Interruptor de control de potencia, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 400 A, poder de corte 20 kA, curva ICP-M, de 72x160x155,60 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE 20317.	Unidad	1	392,14	392,14
IE69	Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	Unidad	27	63,00	1.701,00
IE70	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	Unidad	7	150,37	1.052,59

IE71	Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	Unidad	22	39,24	863,28
IE72	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	Unidad	23	71,83	1.652,09
IE73	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x160x155,6 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	Unidad	1	85,90	85,90
IE74	Pararayos PSR-TL	Unidad	1	1.936,00	1.936,00
IE75	Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s, con montaje separado del interruptor automático, pudiendo desconectar el interruptor mediante una señal enviada a la bobina de disparo o mediante la derivación de una corriente a tierra, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 50550.	Unidad	1	312,00	312,00
IE76	Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 μ s), nivel de protección 3 kV, intensidad máxima de descarga 60 kA, de 72x93x65,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según IEC 61643-11.	Unidad	1	400,14	400,14

IE77	Relé diferencial electrónico ajustable, con rearme automático, de 6 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,025 a 25 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 a 5 s, con posibilidad de reseteo manual o automático y posibilidad de realizar el test a distancia, de 105x90x73 mm, grado de protección IP 20 en carcasa y botonera e IP 40 en el frontal, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1.	Unidad	2	281,87	563,74
IE78	Transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, montaje sobre carril DIN (35 mm).	Unidad	2	52,16	104,32
IE79	Seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 250 A, con fusible T1, de 300x195x210 mm, según UNE-EN 60947-3	Unidad	8	419,25	3.354,00
IE80	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669. Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco. Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	Unidad	12	6,71	80,52
IE81	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ²	m	200	4,81	962,00
IE82	Conductor de cobre desnudo, de 50 mm ² . Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud. Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 300x100x3 mm, con borne de unión. Soldadura aluminotérmica del cable conductor a la placa. Punto de separación pica-cable formado por cruceta en la cabeza del electrodo de la pica y pletina de 50x30x7 mm, para facilitar la soldadura aluminotérmica.	Unidad	1	1.333,12	1.333,12
IE83	Grapa abarcón para conexión de pica. Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro. Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica. Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	Unidad	1	123,32	123,32

IE84	Conductor rígido unipolar de cobre, aislado, 750 V y 4 mm ² de sección, para red equipotencial.	m	200	0,49	98,00
IE85	Abrazadera de latón para red equipotencial	Unidad	100	1,15	115,00
IE86	Sistema de alimentación ininterrumpida Off-Line, de 3 kVA de potencia, para alimentación monofásica, compuesto por rectificador de corriente y cargador de batería, batería, inversor estático electrónico, supervisor de red y conmutador.	Unidad	1	1.134,90	1.134,90
IE87	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V. Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, de color blanco. Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	Unidad	55	6,66	366,30
IE88	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo CETAC, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V.	Unidad	18	8,48	152,64
IE89	Base de toma de corriente con contacto de tierra (4P+T), tipo CETAC, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V.	Unidad	9	10,72	96,48
IE90	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP 42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	Unidad	45	41,73	1.877,85
IE91	Caja de derivación estanca, rectangular, de 105x105x55 mm, con 7 conos y tapa de registro con tornillos de 1/4 de vuelta, para instalar en superficie. Incluso regletas de conexión y elementos de fijación.	Unidad	60	3,12	187,20
IE92	Caja universal de un elemento, para empotrar, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, enlazable por los cuatro lados, de 70x70x42 mm, con grados de protección IP 30 e IK 07, según IEC 60439, incluso tornillos de fijación del mecanismo.	Unidad	60	0,21	12,60

IE93	Material auxiliar eléctrico (regletas, cinta aislante, rotulación cuadros...).	Unidad	1	1.000,00	1.000,00
IE94	Luminaria 4 x 36 marca ASTZ modelo LV007-4x36-031 PRB HF .	Unidad	24	60,32	1.447,68
IE95	Lámpara de vapor de sodio a baja presión pendular de 250 W marca GEWISS modelo GW85894S HERCULES	Unidad	20	104,20	2.084,00
IE96	Luminaria de 2 x 36 W marca Lamp Lighting modelo BCN T8 1 x 36 W 1250MM AND	Unidad	4	34,52	138,08
IE97	Luminaria de 2 x 58 W marca Lenneper GmbH & Co modelo KG – LSF0258 1ST	Unidad	14	49,50	693,00
IE98	Lámpara de 150 W marca DW Winsor modelo Dover 500 150 W CDO-TT Lamp 10/25	Unidad	6	110,90	665,40
IE99	Luminaria de 1 x 64 W marca SIMON 103-000530016 Nath S RJ optic 6500 lm	Unidad	2	87,40	174,80
IE100	luminarias de 1 x 102 W marca SIMON 104-000740016 Nath L RJ optic 10500 lm	Unidad	6	99,80	598,80
IE101	Obra civil: Zanjas para enterrar tubo y pasar cableado	Unidad	1	20.000,00	20.000,00
IE102	Hora oficial 1ª eléctrico	Horas	120	22,60	2.712,00
IE103	Hora oficial 1ª eléctrico	Horas	120	22,60	2.712,00
IE104	Hora oficial 1ª eléctrico	Horas	120	22,60	2.712,00
IE105	Hora peón eléctrico	Horas	120	15,60	1.872,00
IE106	Hora peón eléctrico	Horas	120	15,60	1.872,00
TOTAL Instalación					92.543,37
Honorarios 15 %					13.881,51
TOTAL					106.424,88

2. Instalación contra incendios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ICI1	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, con accesorios de montaje, según UNE-EN 3.	Unidad	17	41,83	711,11
ICI2	Armario metálico con puerta para acristalar, de 700x280x210 mm, para extintor de polvo de 6 a 12 kg.	Unidad	17	68,97	1.172,49
ICI3	Luna incolora de 4 mm de espesor.	Unidad	17	15,58	264,86
ICI4	Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierres, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar; para instalar en superficie. Coeficiente de descarga K de 42 (métrico). Incluso accesorios y elementos de fijación. Certificada por AENOR según UNE-EN 671-1.	Unidad	8	361,34	2.890,72
ICI5	Placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm, según UNE 23033-1. Incluso elementos de fijación.	Unidad	25	3,80	95,00
ICI6	Central de detección de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas, según UNE 23007-2 y UNE 23007-4.	Unidad	2	195,55	391,10

ICI7	Sirena electrónica, de ABS color rojo, con señal óptica y acústica y rótulo "FUEGO", alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 90 dB a 1 m y consumo de 230 mA, para instalar en paramento exterior. Incluso elementos de fijación.	Unidad	2	60,67	121,34
ICI8	Sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA, para instalar en paramento interior, según UNE-EN 54-3. Incluso elementos de fijación.	Unidad	5	35,79	178,95
ICI9	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11. Incluso elementos de fijación.	Unidad	9	11,64	104,76
ICI10	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	m	800	0,41	328,00
ICI11	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 60423. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	m	800	0,85	680,00
ICI12	Caja de derivación estanca, rectangular, de 105x105x55 mm, con 7 conos y tapa de registro con tornillos de 1/4 de vuelta, para instalar en superficie. Incluso regletas de conexión y elementos de fijación.	Unidad	20	3,12	62,40
ICI13	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2 1/2" DN 63 mm de diámetro, según UNE 19048.	m	5	19,40	97,00

ICI14	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, según UNE 19048, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	85	11,70	994,50
ICI15	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, según UNE 19048, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	45	16,49	742,05
ICI16	Material auxiliar contra incendios	Unidad	1	500,00	500,00
ICI17	Hora oficial 1ª contra incendios	Horas	60	22,60	1.356,00
ICI18	Hora peón contra incendios	Horas	60	15,60	936,00
		TOTAL Instalación			11.626,28
		Honorarios 15 %			1.743,94
		TOTAL			13.370,22

3. Instalación de fontanería

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
IF1	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y 15,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-	m	11	52,04	572,44
IF2	Tubo multicapa de polipropileno copolímero random/polipropileno copolímero random con fibra de vidrio/polipropileno copolímero random (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de 20 mm de diámetro exterior, PN=20 atm y 2,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2.	m	30	2,19	65,70
IF3	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polipropileno copolímero random/polipropileno copolímero random con fibra de vidrio/polipropileno copolímero random (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de 20 mm de diámetro exterior.	m	30	1,60	48,00
IF4	Tubo multicapa de polipropileno copolímero random/polipropileno copolímero random con fibra de vidrio/polipropileno copolímero random (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de 25 mm de diámetro exterior, PN=20 atm y 3,5 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2.	m	100	3,19	319,00
IF5	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polipropileno copolímero random/polipropileno copolímero random con fibra de vidrio/polipropileno copolímero random (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de 25 mm de diámetro exterior.	m	100	2,10	210,00
IF6	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 4".	Unidad	2	132,86	265,72
IF7	Filtro retenedor de residuos de bronce, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,5 mm de diámetro, con rosca de 4", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	Unidad	1	116,40	116,40
IF8	Armario de fibra de vidrio de 100x70x40 cm para alojar contador individual de agua de 80 a 100 mm, provisto de cerradura especial de cuadrado.	Unidad	1	237,40	237,40

IF9	Contador de agua 100 mm	Unidad	1	2.356,59	2.356,59
IF10	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 20 mm de diámetro, con maneta y embellecedor cromado.	Unidad	7	25,19	176,33
IF11	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diámetro, con maneta y embellecedor cromado.	Unidad	1	27,74	27,74
IF12	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro, con maneta y embellecedor cromado.	Unidad	1	98,70	98,70
IF13	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), a tubería de 3/4", con maneta y embellecedor cromado.	Unidad	1	35,40	35,40
IF14	Grifo temporizado para lavabo 1/2"	Unidad	6	45,63	273,78
IF15	Válvula de retención de latón para roscar a tubería 20 mm	Unidad	7	2,86	20,02
IF16	Válvula de retención de latón para roscar a tubería 25 mm	Unidad	1	3,15	3,15
IF17	Válvula de retención de latón para roscar a tubería 90 mm	Unidad	1	20,89	20,89
IF18	Válvula de retención de latón para roscar a 3/4"	Unidad	1	3,49	3,49
IF19	Depósito de agua 100 l	Unidad	1	340,00	340,00
IF20	Válvula limitadora de presión de latón, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar, temperatura máxima de 70°C, con racores.	Unidad	2	24,74	49,48
IF21	Válvula limitadora de presión de latón, de 3/4" DN 25 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar, temperatura máxima de 70°C, con racores.	Unidad	1	58,20	58,20
IF22	Válvula limitadora de presión de latón, DN 90 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar, temperatura máxima de 70°C, con racores.	Unidad	1	119,90	119,90
IF23	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 3/4", 20 mm para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	Unidad	2	8,09	16,18
IF24	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", 25 mm para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	Unidad	1	12,88	12,88

IF25	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 3", 90 mm 25 mm para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	Unidad	1	116,40	116,40
IF26	Termo eléctrico Junkers Elacell 200 l	Unidad	1	1.560,70	1.560,70
IF27	Ramal enlace 12 mm	Unidad	10	5,65	56,50
IF28	Material auxiliar fontanería	Unidad	1	300,00	300,00
IF29	Hora oficial 1ª fontanería	Horas	50	22,60	1.130,00
IF30	Hora peon fontanería	Horas	50	15,60	780,00
		TOTAL Instalación			9.390,99
		Honorarios 15 %			1.408,65
		TOTAL			10.799,64

4. Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
IRA1	Tren de lavado marca Istobal modelo 4TA600	Unidad	1	13.000,00	11.000,00
IRA2	Decantador de lodos marca Istobal 4WEV modelo 5060500	Unidad	1	2.034,86	2.034,86
IRA3	Separador de hidrocarburos marca Istobal 4WEV modelo 5060200	Unidad	1	1.183,95	1.183,95
IRA4	Depósito agua pretratada marca Istobal 4WEV modelo	Unidad	1	1.926,00	1.926,00
IRA5	Arqueta toma muestras marca Istobal 4WEV modelo 5060600 con tapa B-125	Unidad	1	350,00	350,00
IRA6	Obra civil etapa de vertido 4WEV	Unidad	1	5.000,00	5.000,00
IRA7	Obra civil: cnstrucción de dos arquetas(toma muestras y arqueta de 0,6x0,6 m)	Unidad	1	2.300,00	2.300,00
IRA8	Equipo de filtrado marca Istobal modelo Zeolis 4RC1000				0,00
IRA9	Equipo de desinfección:depósito de almacenamiento marca Istobal modelo 5060500 y capacidad de 5000 l.	Unidad	1	1.926,00	1.926,00
IRA10	Panel dosificador de hipoclorito marca Istobal modelo 4WPC0200	Unidad	1	250,00	250,00
IRA11	Bomba de recirculación marca Istobal modelo 4W004300 de 2 kW	Unidad	2	354,95	709,90
IRA12	Lanza de inyección marca Dosim modelo LINR-D de 20 mm	Unidad			0,00
IRA13	Equipo de descalcificado marca Istobal modelo RC061011 tipo duplex 2 x 125	Unidad	1	749,00	749,00
IRA14	Depósito de acumulación marca BioTanks modelo DVA-80240 de 8000 l	Unidad	1	3.839,25	3.839,25
IRA15	Bomba micro-Inverter	Unidad	1	995,00	995,00
IRA16	Válvula de corte PN 16 DN 40	Unidad	4	89,04	356,16
IRA17	Válvula de corte PN 16 DN 63	Unidad	10	121,76	1.217,60
IRA18	Válvula de corte PN 16 DN 80	Unidad	3	164,82	494,46
IRA19	Válvula de corte PN 16 DN 160	Unidad	1	383,36	383,36
IRA20	Válvula antiretorno PN 16 DN 40	Unidad	3	9,66	28,98
IRA21	Válvula aniretorno PN 16 DN 63	Unidad	3	18,09	54,27
IRA22	Válvula antiretorno PN 16 DN 80	Unidad	1	51,75	51,75
IRA23	Válvula de bola PVC a encolar tubo 20 mm	Unidad	3	6,11	18,33
IRA24	Accesorios (codos, juntas, té, reducciones, ampliaciones)	Unidad	1	350,00	350,00
IRA25	Valvulería y accesorios etapa desinfección	Unidad	1	150,00	150,00
IRA26	Tubería PVC PN 16 DN 40 mm	m	50	2,00	100,00
IRA27	Tubería PVC PN 16 DN 63 mm	m	50	4,90	245,00

IRA28	Tubería PVC PN 16 DN 80 mm	m	70	6,90	483,00
IRA29	Tubería PVC PN 16 DN 160 mm	m	50	25,26	1.263,00
IRA30	Montaje reutilización de aguas	Unidad	1	3.000,00	3.000,00
IRA31	Manómetro d presión 16 bar	Unidad	1	45,00	45,00
IRA32	Hora oficial 1ª	Horas	60	22,60	1.356,00
IRA33	Hora peon	Horas	60	15,60	936,00
		TOTAL Instalación			42.796,87
		Honorarios 15 %			6.419,53
		TOTAL			49.216,40

5. Instalación de ventilación

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
IV1	Máquina impulsión 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m3/h	m	3	977,00	2.931,00
IV2	Máquina extracción 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m3/h	m	3	977,00	2.931,00
IV3	Rejillas de impulsión y extracción	Unidad	22	9,83	216,26
IV4	Tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple lisa, autoconectable macho-hembra, de 250 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor de chapa, suministrado en tramos de 1 m, con el precio incrementado el 15% en concepto de	m	350	13,39	4.686,50
IV5	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de los conductos de chapa de acero galvanizado de pared simple lisa, de 250 mm de	m	350	0,58	203,00
		TOTAL Instalación			10.967,76
		Honorarios 15 %			1.645,16
		TOTAL			12.612,92

6. Total

Tipo de instalación	Precio (€)
Instalación eléctrica	106.424,88
Instalación contra incendios	13.370,22
Instalación de fontanería	10.799,64
Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado	49.216,40
Instalación de ventilación	12.612,92
TOTAL	192.424,06

El presupuesto total de la instalación es de **CIENTO NOVENTA Y DOS MIL CUATRO CIENTOS VEINTICUARO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS**.

El presupuesto no incluye el IVA y el plazo de validez del mismo es de 6 meses.

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**INSTALACIONES EN UN CONCESIONARIO DE
AUTOMÓVILES CON TALLER DE REPARACIÓN, TREN DE
LAVADO Y PLANTA DEPURADORA**



Pliego de condiciones

Autor: Cristian Chincolla Jiménez
Director: Josep Pardina Ribas
Convocatoria: Enero 2018

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	V
1.1. Realización	v
1.2. Modificaciones del proyecto.....	v
1.3. Dudas y omisiones.....	vi
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	7
2.1. Ámbito de aplicación.....	7
2.2. Materiales.....	7
2.3. Riesgo de incendio o explosión	7
2.3.1. Requisitos de los equipos	8
2.3.2. Prescripciones generales	8
2.3.3. Documentación	9
2.3.4. Mantenimiento y reparación	9
2.3.5. Cableado	9
2.3.6. Conductos.....	10
2.3.7. Volumen de prohibición	12
2.4. Bandejas porta cables eléctricos y sus soportes.....	12
2.5. Canales para instalaciones	13
2.6. Tubos de protección.....	13
2.7. Trazado	16
2.8. Conductores eléctricos.....	16
2.9. Cajas de empalme y derivación	17
2.10. Aparatos de mando y maniobra	18
2.11. Aparatos de protección.....	18
2.11.1. Interruptores diferenciales.....	18
2.11.2. Interruptores automáticos	18
2.11.3. Protección contra sobrecargas	19
2.11.4. Protección contra sobrecargas.....	19
2.11.5. Protección contra cortocircuitos	19
2.11.6. Pequeños interruptores automáticos (PIA)	20
2.11.7. Cortacircuitos fusibles	20
2.12. Cuadros eléctricos	21
2.13. Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos.....	21

2.14.	Alumbrado	21
2.14.1.	Equipos de alumbrado	22
2.15.	Tomas de corriente y mecanismos	22
2.16.	Batería de condensadores.....	23
2.17.	Ensayos sobre los materiales y equipos.....	23
2.18.	Normas para la ejecución de las instalaciones	23
2.18.1.	Canalizaciones	23
2.18.2.	Volúmenes de prohibición	24
2.18.3.	Resistencia de aislamiento	24
2.18.4.	Puesta a tierra.....	25
2.18.5.	Red equipotencial.....	25
2.19.	Pruebas reglamentarias	26
2.20.	Mantenimiento y seguridad.....	26
2.21.	Documentación	26
3.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	28
3.1.	Ámbito de aplicación.....	28
3.2.	Materiales.....	28
3.3.	Instalación de equipos.....	28
3.3.1.	Prescripciones generales	28
3.3.2.	Sistemas de detección y alarma de incendios	29
3.3.3.	Extintores de incendio.....	30
3.3.4.	Sistema de bocas de incendio equipadas	31
3.3.5.	Alumbrado de emergencia.....	33
3.3.6.	Sistemas de señalización luminiscente	34
3.4.	Instalación.....	34
3.4.1.	Red de tuberías para BIE	34
3.4.2.	Soportes.....	36
3.4.3.	Cableado eléctrico	37
3.4.4.	Canalización eléctrica	38
3.5.	Puesta en servicio.....	38
3.5.1.	Pruebas hidráulicas.....	38
3.5.2.	Pruebas operacionales	39
3.6.	Mantenimiento	40
3.6.1.	Inspecciones periódicas.....	42
4.	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	44
4.1.	Ámbito de aplicación.....	44

4.2.	Redes de tubería.....	44
4.2.1.	Prescripciones generales.....	44
4.2.2.	Uniones y juntas	45
4.2.3.	Protecciones	45
4.2.4.	Protección contra las condensaciones.....	46
4.2.5.	Protecciones térmicas	46
4.2.6.	Protección contra esfuerzos mecánicos	47
4.2.7.	Protección contra ruidos	47
4.2.8.	Accesorios, grapas y abrazaderas.....	47
4.2.9.	Soportes.....	48
4.3.	Contadores	48
4.3.1.	Alojamiento del contador general	48
4.3.2.	Contadores individuales aislados	49
4.3.3.	Filtro.....	49
4.4.	Puesta en servicio.....	49
4.4.1.	Pruebas de las instalaciones interiores	49
4.4.2.	Pruebas particulares de ACS.....	50
4.5.	Productos de construcción.....	50
4.5.1.	Materiales.....	50
4.5.2.	Conducciones.....	51
4.5.3.	Aislantes térmicos	52
4.5.4.	Válvulas y llaves	52
4.6.	Incompatibilidades	52
4.6.1.	Incompatibilidad de los materiales y el agua.....	52
4.6.2.	Incompatibilidad entre materiales.....	52
4.7.	Puesta en servicio.....	53
4.7.1.	Puesta en servicio	53
4.7.2.	Interrupción del servicio.....	53
4.8.	Mantenimiento	53
4.8.1.	Agua caliente sanitaria	54
4.8.2.	Agua fría.....	54
5.	INSTALACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEL TREN DE LAVADO _____	56
5.1.	Ámbito de aplicación.....	56
5.2.	Condiciones técnicas para la instalación	56
5.3.	Vertido	56
5.4.	Medidas preventivas	57
5.5.	Desinfección	59

5.5.1.	Manipulación del hipoclorito sódico	59
5.5.2.	Almacenamiento	60
5.5.3.	Control de exposición/protección individual	60
5.6.	Puesta en servicio	61
5.7.	Mantenimiento	61
6.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	62
6.1.	Ámbito de aplicación	62
6.2.	Ventilación	62
6.3.	Clasificación de los sistemas de ventilación	63
6.3.1.	Entrada de aire	63
6.3.2.	Salida de aire	63
6.4.	Componentes de la instalación de ventilación	63
6.4.1.	Ventiladores	64
6.4.2.	Rejillas y difusores	64
6.4.3.	Tubería	64
6.4.4.	Uniones y juntas	65
6.4.5.	Accesorios, grapas y abrazaderas	65
6.4.6.	Soportes	65
6.5.	Regulación	65

1. Introducción

Las instalaciones que a continuación se describen, se ajustarán en general, a las normativas vigentes necesarias para cada una de ellas (especificadas en la memoria del proyecto para cada una) y a las condiciones obligatorias y especificaciones técnicas que a continuación se detallan para cada instalación. Es por esto por lo que se desarrolla el presente documento.

Las instalaciones que le son aplicables el presente documentos son:

- Instalación eléctrica
- Instalación contra incendios
- Instalación de fontanería
- Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado
- Instalación de ventilación

1.1. Realización

La realización de la totalidad de las instalaciones será llevada a cabo por un instalador debidamente autorizado por los *Serveis d'Indústria de la Generalitat de Catalunya*, siendo su designación libremente escogida por el propio peticionario.

La instalación se ajustará en cuanto a dimensionado de líneas, distribución, protecciones y características generales a lo relacionado en la memoria y planos que acompañan al presente proyecto.

El instalador deberá poseer todos los medios auxiliares necesarios para la buena ejecución, así como, para la verificación de los valores establecidos tales como resistencias de tierra, resistencias de aislamiento, resistencias de conexiones equipotenciales, pruebas de presión hidráulicas, pruebas de ventilación, etc.

1.2. Modificaciones del proyecto

La dirección facultativa se reserva el derecho de introducir modificaciones en el proyecto, siempre que éstas surjan por necesidades imperativas en la realización de la instalación, o bien en aquéllas en las que se alcance una mayor economía sin detrimento de la calidad ni de la seguridad.

El instalador queda obligado a aceptar estas modificaciones, siempre y cuando se le notifiquen con la debida antelación.

1.3. Dudas y omisiones

En cuantas dudas puedan surgir en la interpretación del proyecto, el instalador se avendrá a lo que resuelva la Dirección facultativa.

Las omisiones del proyecto serán resueltas por la Dirección Facultativa, siempre en el más breve plazo, de forma que no causen extorsión en la buena marcha de la instalación.

Por lo que se refiere a los materiales y detalles técnicos no especificados en la presente memoria, y que sean utilizados en las instalaciones, deberán ajustarse obligatoriamente a cuanto se dispone a las normativas que son aplicables para cada una de ellas.

Barcelona, 11 de enero de 2018.

El Facultativo

2. Instalación eléctrica

2.1. Ámbito de aplicación

En este apartado se establecen las especificaciones que debe cumplir la instalación eléctrica realizada en la nave industrial. Se fijarán las condiciones técnicas y garantías que cumplirá la nave en general, los materiales eléctricos, los equipos e instalaciones destinados al control, maniobra, transformación y distribución de energía eléctrica con tensiones nominales inferiores a 1000 V en corriente alterna.

2.2. Materiales

Se emplearán los materiales y aparatos, en su cantidad, calidad, modelo y tipo detallados en los documentos y planos que se adjuntan y para los que no están específicamente designados se deberán cumplir las normas UNE, NTE, IEC 947, EN 60 947.

2.3. Riesgo de incendio o explosión

La zona de taller de reparación debido a su actividad (taller de reparación de vehículos) se considera espacio con riesgo de incendio o explosión.

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmosferas potencialmente explosivas estos emplazamientos se clasifican en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable.

En este caso queda clasificado dicho espacio como “**clase I**” (**el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas**) donde se distinguen 3 zonas de emplazamientos:

- Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- Zona I: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- Zona II: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con

aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

2.3.1. Requisitos de los equipos

Los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes destinados a su empleo en emplazamientos comprendidos en el ámbito de la **ITC-BT-29**, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el **R.D. 400/1996 de 1 de marzo**.

Para aquellos elementos que no entran en el ámbito del mencionado **R.D. 400/1996** y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se considerarán conformes con las prescripciones de la presente Instrucción aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de control autorizados según lo dispuesto en el **R.D. 2200/1995, de 28 de diciembre**.

2.3.2. Prescripciones generales

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

Los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas.

Las inspecciones de las instalaciones objeto de esta Instrucción se realizarán según lo establecido en la norma UNE-EN 60079-17. En el caso de circunstancias excepcionales, como por ejemplo, ciertas tareas de reparación que precisan soldadura, trabajos de investigación y desarrollo (operación en plantas piloto, realización de trabajos experimentales etc) no será necesario que se reúnan todos los requisitos de los capítulos 6, 7 y 8 de la **ITC-BT 29**, supuesto que la instalación va a estar en operación solo durante un periodo limitado, está bajo la supervisión de personal especialmente formado, y se reúnen las siguientes condiciones:

- Se han tomado medidas para prevenir la aparición de atmósferas explosivas peligrosas
- Se han tomado medidas para asegurar que el equipo eléctrico se desconecta en caso de formación de una atmósfera peligrosa
- Se han tomado medidas para asegurar que las personas no van a resultar dañadas por incendios o explosiones

y adicionalmente, estas medidas se han comunicado por escrito a personal que está familiarizado con los requisitos de esta Instrucción y con las normas que tratan de equipos e instalaciones en lugares con riesgo de explosión y tienen acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo

la actuación. Para llevar a cabo estas operaciones será necesaria la previa elaboración de un permiso especial de trabajo autorizado por el responsable de la planta o instalación.

2.3.3. Documentación

Para instalaciones nuevas o ampliaciones de las existentes, en el ámbito de aplicación de la presente ITC, se incluirá la siguiente información (según corresponda) en el proyecto de la instalación:

- Clasificación de emplazamientos y plano representativo
- Adecuación de la categoría de los equipos a los diferentes emplazamientos y zonas
- Instrucciones de implantación, instalación y conexión de los aparatos y equipos
- Condiciones especiales de instalación y utilización

El propietario deberá conservar:

- Copia del proyecto en su forma definitiva
- Manual de instrucciones de los equipos
- Declaraciones de Conformidad de los equipos
- Documentos descriptivos del sistema para los de seguridad intrínseca
- Todo documento que pueda ser relevante para las condiciones de seguridad

2.3.4. Mantenimiento y reparación

Las instalaciones objeto de esta instrucción se someterán a un mantenimiento que garantice la conservación de las condiciones de seguridad. Como criterio al respecto, se seguirá lo establecido en la norma UNE-EN 60079-17. La reparación de equipos y sistemas de protección deberán ser llevados a cabo de forma que no comprometa la seguridad. Como criterio técnico se seguirá lo establecido en la norma CEI 60079-19.

2.3.5. Cableado

Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 60079-14 y de la norma UNE-EN 50039.

Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acoR.D.es con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

Para las canalizaciones para equipos móviles se tendrá en cuenta lo establecido en la Instrucción ITC MIE-BT 21.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además, todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos; para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada en el párrafo anterior y para la protección de cortocircuitos se tendrá en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I serán:

- a) En instalaciones fijas:
 - Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1
 - Cables contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales: - Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1

Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21.123. Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE 20432-3.

- b) En alimentación de equipos portátiles o móviles. Se utilizarán cables con cubierta de policloropreno según UNE 21027 parte 4 o UNE 21150, que sean aptos para servicios móviles, de tensión asignada mínima 450/750V, flexibles y de sección mínima $1,5 \text{ mm}^2$. La utilización de estos cables flexibles se restringirá a lo estrictamente necesario y como máximo a una longitud de 30 m.

2.3.6. Conductos

Cuando el cableado de las instalaciones fijas se realice mediante tubo o canal protector, éstos serán conformes a las especificaciones dadas en las tablas siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada

Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 1.- Características mínimas para tubos. Fuente: ITC-BT-29.

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	$\leq 16 \text{ mm}$	$> 16 \text{ mm}$
Resistencia al impacto	Fuerte	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Tabla 2.- Características mínimas para canales protectoras. Fuente: ITC-BT-29.

Esto no es aplicable en el caso de canalizaciones bajo tubo que se conecten a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos, en donde el tubo resistirá una presión interna mínima de 3 MPa durante 1 minuto y será, o bien de acero sin soldadura, galvanizado interior y exteriormente, conforme a la norma UNE 36582, o bien conforme a la norma UNE EN 50086, con el grado de resistencia de la tabla siguiente:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	5	Muy Fuerte
Resistencia al impacto	5	Muy Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	3	-15°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C
Resistencia al curvado	1	Rígido
Propiedades eléctricas	1	Continuidad eléctrica
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligero

Tabla 3.- Características mínimas para tubos que se conectan a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos. Fuente: ITC-BT-29.

Cuando por exigencias de la instalación, se precisen tubos flexibles (p.ej.: por existir vibraciones en la conexión del cableado bajo tubo), estos serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos. Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

2.3.7. Volumen de prohibición

En la zona de taller de reparación debido a que es un espacio con riesgo de incendio o explosión se establece un volumen de prohibición de 0,5 m desde el suelo de la nave. En dicho volumen queda totalmente prohibido la instalación de cualquier equipo eléctrico.

2.4. Bandejas porta cables eléctricos y sus soportes

Las bandejas serán perforadas para facilitar la aireación de los conductores y podrán ser con o sin cubierta, siendo del primer tipo en las zonas polvorientas para evitar la acumulación de polvo sobre los conductores. Será tales que las líneas proyectadas ocuparán aproximadamente el 70% de la capacidad de la bandeja y el ala de la bandeja será como mínimo de 30 milímetros. En cualquier caso, se respetarán las especificaciones del proyecto salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa. El fabricante de las mismas suministrará las piezas de unión, tornillería, soportes, cubiertas, bisagras, piezas curvas, piezas para derivaciones y demás accesorios, no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original

Las bandejas serán de acero y contarán con uno de los siguientes tratamientos anticorrosión:

- Cincado electrolítico blanco, entre 8 y 12 micras según UNE 37-552-73
- Cincado electrolítico bicromatado entre 12 y 15 micras, según UNE 37-552-73
- Galvanizado en continuo de 20 micras
- Galvanizado en caliente superior a 70 micras según UNE 37-508-88

2.5. Canales para instalaciones

Los canales utilizados serán cerrados con tapa lisa, permitirán un 40% de ampliaciones. El fabricante los canales suministrará los codos, derivaciones, curvas, cubrejuntas, etc., no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original. Los canales serán de PVC y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Reacción ante el fuego clave M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE 20432
- Rigidez dieléctrica superior a 200 kV/cm^2
- Coeficiente de dilatación inferior a $0,1 \text{ mm/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}$

2.6. Tubos de protección

Los tubos de canalización utilizados serán aislantes, del tipo flexible o rígido según su destino. Bajo un mismo tubo solo habrá conductores de un mismo circuito, salvo que todos estén aislados para la misma tensión máxima de servicio, todos los circuitos partan de un mismo cuadro de mando y protección o cada circuito está protegido individualmente frente a sobrecorrientes.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo la unión con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Para curvar tubos metálicos rígidos roscados se usarán útiles apropiados al diámetro.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos una vez estos hayan sido colocados.

El diámetro de los tubos se define en las tablas II, V, VII, y IX de la instrucción **ITC-BT-21 del reglamento electrotécnico de baja tensión**. Dicho tubo deberá tener una sección interior superior al triple de la sección de los conductores si hay 5 o más conductores.

Los tubos se fijarán a las paredes, pilares o techos mediante bridas, protegidas frente a la corrosión y sólidamente sujetas, separadas un máximo de 0,8 m para tubo rígido y de 0,6 m para tubo flexible. Además, se dispondrán abrazaderas en la proximidad de cajas o aparatos, así como antes y después de los cambios de dirección.

Cuando los tubos estén constituidos por materiales susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización (curvado, etc.), se aplicará pintura antioxidante en las partes mecanizadas.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual, se elegirá convenientemente el trazado de la instalación, previniendo la evacuación del agua en los puntos más bajos, estableciendo, incluso, una ventilación en el interior de los tubos mediante un sistema adecuado como, por ejemplo, unas T cuando uno de los brazos no se utilice.

Cuando los tubos metálicos hayan de conectarse a la red de tierras, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos conexiones de puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Deberán soportar sin deformación 60 °C los tubos de PVC y 70°C los metálicos con forro de papel impregnado. Las superficies interna y externa de los conductos estarán exentas de rebabas, asperezas y defectos semejantes.

Los conductos, cuando se curven o se aplasten o se sometan a choques o a temperaturas extremas, no deberán deteriorarse de forma que se dificulte la introducción de los cables por tracción. Se prohíbe el uso de cualquier elemento plástico o de cualquier otro material que pueda ser propagador de incendio, exigiéndose certificados y pruebas en este aspecto.

Las especificaciones de los tubos de PVC serán las siguientes:

- Reacción ante el fuego clave M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE-20432
- Resistente a ambientes húmedos salinos o químicamente agresivos, no precisando mantenimiento

- De pared gruesa, resistente al impacto y al punzonamiento

Las características de los tubos según UNE-20-333-87 se indican en las siguientes tablas, no admitiéndose ningún conducto no normalizado.

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
15,2	$\pm 0,2$	12,0
18,6	$\pm 0,2$	15,5
20,4	$\pm 0,2$	17,3
22,5	$\pm 0,2$	19,3
28,3	$\pm 0,2$	24,6
37,0	$\pm 0,3$	32,6
47,0	$\pm 0,3$	41,6
59,3	$\pm 0,3$	53,7

Tabla 4.- Tubo PVC rígido. Fuente: Elaboración propia.

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
13,0	$\pm 0,4$	10,0
15,5	$\pm 0,4$	12,0
19,0	$\pm 0,4$	15,0
21,0	$\pm 0,4$	17,0
22,3	$\pm 0,5$	18,3
29,0	$\pm 0,5$	23,8
37,3	$\pm 0,8$	31,3

47,7	$\pm 0,8$	40,2
61,0	$\pm 1,0$	54,0

Tabla 5.- Tubo de PVC flexible. Fuente: Elaboración propia.

2.7. Trazado

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que delimitan la nave industrial en los que se efectúa la instalación.

Se colocarán los registros convenientes para una fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos una vez colocados. En los tramos rectos se colocará un registro cada 15 m como máximo. También habrá uno cada dos curvas en ángulo recto.

Previamente a los trabajos, se marcará exteriormente el trazado de los tubos y canalizaciones, y la situación de cajas de registro derivación y conexión, así como la ubicación de mecanismos para que sean aprobados por la Dirección Facultativa, la cual establecerá las normas complementarias precisas respecto al trazado.

En los trazados situados en superficies horizontales (techos), las bridas de sujeción dispondrán del elemento separador correspondiente que permita que el conducto se encuentre a una distancia mínima de 1 cm del techo. Asimismo, todos aquellos accesorios como: cajas de derivación, mecanismos, etc., que hayan de interconectarse con el mencionado trazado, dispondrán de elementos separadores.

2.8. Conductores eléctricos

El tendido de los conductores eléctricos se realizará una vez estén fijados los puntos de protección sobre bandejas o similar.

Los conductores eléctricos de baja tensión serán de cobre electrolítico puro con aislamiento de doble capa de PVC o polietileno reticulado, de acuerdo con las indicaciones del proyecto. La tensión nominal de aislamiento será de 1000 V para las acometidas y líneas a subcuadros y líneas especiales (líneas subcuadro 7) y de 450/750 V para el resto de la instalación. La conexión entre conductores se hará cuidadosamente mediante piezas metálicas resistentes a la corrosión que garanticen un contacto eléctrico eficaz, pudiéndose utilizar bornas de conexión o regletas, nunca con un simple retorcimiento o arrollamiento entre ambos conductores. Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los activos. Discurrirán por las mismas canalizaciones

que los conductores activos. Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- AZUL - Conductor neutro
- AMARILLO/VERDE - Conductor de tierra y protección
- NEGRO, MARRON Y GRIS - Fases (R, S, T)

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como conexiones o derivaciones por simple enroscamiento o enrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre individualmente utilizando para ello bloques o regletas de conexión. También puede admitirse la utilización de bridas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de conexión o derivación. Los conductores de sección superior a 1 mm^2 deberán conectarse a través de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden nunca sometidas a esfuerzos mecánicos.

Todos ellos irán convenientemente numerados o señalados, indicando el circuito y línea que configuren.

2.9. Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión.

Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm^2

deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

2.10. Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

2.11. Aparatos de protección

2.11.1. Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegerán contra contactos indirectos, siendo su propósito el de proteger la vida de las personas al evitar las corrientes de derivación a través de estas a tierras.

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0,006 A, 0,01 A, 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5 A, 1 A, 3 A, 10 A, 30 A.

2.11.2. Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60- 947-2: 1996. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos. Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n)
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado, aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

2.11.3. Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos. Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

2.11.4. Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

2.11.5. Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

2.11.6. Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogos para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A. Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados. Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A. El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A. La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro deben estar marcados con la letra "N".

2.11.7. Cortacircuitos fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998. Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.

2.12. Cuadros eléctricos

Se construirán de acuerdo con la norma UNE 20098, para instalación interior, a prueba de polvo, con grado de protección especificado en la memoria y/o presupuesto, de acuerdo con UNE 20324. Todos los circuitos principales (entradas y salidas) estarán protegidos e independizados por separadores metálicos o aislantes no propagadores de llama. Estarán completamente montados, cableados y probados siendo su altura máxima de 2,100 milímetros. Todos los cuadros contarán con identificación realizada en PVC rígido en negro con fondo blanco que se situará mediante adhesivo en el centro de la parte frontal del mismo. De idéntica forma se señalarán las unidades de entrada y salida, relés, pulsadores, lámparas, etc. Las normativas técnicas aplicables y exigibles para el equipo eléctrico instalado en los cuadros son UNE 20103 para interruptores automáticos de BT y UNE 20109 para la aparamenta de maniobra en BT.

2.13. Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos

Todos los interruptores, conmutadores y contactores estarán contruidos para soportar una tensión mínima de 400 V en corriente alterna. Todos los aparatos llevarán inscrito en una de sus partes de manera legible la marca de la fábrica, así como su tensión y corriente nominal. Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto y cerrado. Los orificios para la entrada de los conductores deberán tener la suficiente amplitud para introducir el conductor con su envolvente de protección. Las características nominales de los aparatos serán las indicadas en el proyecto o en su defecto las indicadas por la Dirección Facultativa.

2.14. Alumbrado

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3 %.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor.

Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

2.14.1. Equipos de alumbrado

Los equipos de alumbrado y sus especificaciones se indican en los documentos del proyecto. Los aparatos se suministrarán completos: armaduras, suspensión, lámparas y demás accesorios y un conductor de enlace. Los portalámparas no presentarán ningún defecto, sus partes estarán bien fijadas y el aparato estará garantizado para el uso de las lámparas, sin sobre temperaturas perjudiciales para la luminaria. El equipo será fácilmente desmontable para su limpieza y sustitución, las luminarias de tipo cerrado deberán llevar un cerrojo que no permita el depósito interior de partículas de polvo. Las lámparas, luminarias y aparellaje necesario serán de una casa acreditada y la dirección se reserva el derecho de realizar ensayos de rendimiento y calidad de los mismos.

2.15. Tomas de corriente y mecanismos

Su diseño, construcción y ensayo cumplirán las normas:

- UNE 20352: Tomas de corriente para usos industriales
- UNE 20-3224: Grado de protección de la envolvente

Las clavijas y las cajas de enchufe estarán construidas para una tensión mínima de 380 V. todas las partes de la caja y de la clavija accesibles al contacto normal serán de material aislante y dispondrán de toma de tierra.

2.16. Batería de condensadores

La batería de condensadores instalada cumplirá la norma CEI 831. La capacidad de los condensadores estará comprendida entre el 95% y el 110% de la capacidad nominal. La batería de condensadores incluirá una resistencia de descarga integrada en el condensador. El factor de pérdidas corresponderá a un consumo máximo de 0,4 W por KVAR como valor medio, incluyendo resistencias de descarga. El equipo instalado contará con un sistema que gestione la conexión automática de los escalones en función del consumo en cada momento.

2.17. Ensayos sobre los materiales y equipos

El contratista está obligado a presentar con la debida antelación en el inicio de la unidad de obra, información técnica y certificados de ensayos de las características de todos los materiales, equipos y aparatos para que la dirección Facultativa acepte el tipo más conveniente. En caso de no presentar estos certificados, serán realizados a cargo del contratista. Una vez hecha la elección, se comprobarán las características aparentes de los mismos, siempre que lleguen a obra con el correspondiente certificado.

2.18. Normas para la ejecución de las instalaciones

2.18.1. Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones tanto las que van bajo tubo como las que van sobre bandeja seguirán las direcciones paralelas y perpendiculares que delimitan la nave industrial.

Se procurará la facilidad tanto para la introducción como para el retirado de los conductores una vez realizada la instalación de conductores y accesorios.

Cada conductor podrá seccionarse de modo que se garantice la separación de cada circuito del resto de la instalación.

En el tendido de los cables se tendrá especial cuidado en evitar la torsión, doblado, tracción excesiva, presión y curvaturas muy pronunciadas. El radio mínimo de curvatura será 12 veces el diámetro. No se admitirán entroncamientos ni derivaciones intermedias motivadas por errores en

la medición u otras causas, para ello se utilizarán siempre alojamientos y materiales adecuados al tipo de cable y previamente determinados por la dirección facultativa (cajas de entroncamientos, arquetas, celdas de distribución, etc.).

El recorrido de tubos y bandejas se indicará previamente sobre los muros y se someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa antes de proceder a la sujeción definitiva. Se hará un replanteo racional y coordinado con otras instalaciones de modo que no se produzcan interferencias y se evite en lo posible las obras auxiliares de albañilería. Los finales de todos los cables contarán con terminales del tipo de presión.

En conductos verticales de largo recorrido, los cables se sujetarán mediante abrazaderas de material aislante, cuya misión será evitar que todo el peso del cable grave en el pie de la vertical. Independientemente del código de colores de los conductores se marcarán con etiquetas imperdibles de modo que quede perfectamente señalado a que circuito pertenece el cable. Al atravesar muros o paredes se colocará tubo protector además del propio de la instalación. Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en las correspondientes cajas. Todas las regletas de bornes irán selladas en el fondo de la caja sin perforarla, no admitiéndose empalmes por dobladura y posterior encintado. Las entradas y salidas de cables a cajas de derivación o de otro tipo se harán mediante prensaestopas de alojamiento cónico, no admitiéndose los de alojamiento plano.

2.18.2. Volúmenes de prohibición

En cuartos de baño y aseos se considerarán los siguientes volúmenes de prohibición y protección:
Prohibición: Volumen determinado por los planos verticales y tangentes a boR.D.es de ducha o aseo y los planos horizontales del suelo y a 2,25 m del fondo del aseo o ducha

Protección: Idéntico al anterior pero los planos verticales situados 1 metro más del de prohibición. En el volumen de prohibición no habrá interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. En el de protección no habrá interruptores ni tomas de corriente a no ser que sean de seguridad.

2.18.3. Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento de la instalación será por lo menos de $1000 \times U \Omega$, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios, con un valor mínimo de 250000 ohmios. El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua entre 500 y 1000 V en vacío y como mínimo 250 V con una carga de 100000 Ω .

2.18.4. Puesta a tierra

Se dispondrá de una puesta a tierra accesible y señalizada que conectará las masas y dispositivos de corte por corriente y tensión de defecto.

El conductor de neutro estará eficazmente unido a tierra y se comprobará la puesta a tierra para que garantice las especificaciones de proyecto.

Las líneas de enlace con el suelo serán de cobre u otro material con elevado punto de fusión y su sección no será nunca inferior a 16 mm^2 para las líneas principales del suelo ni a 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra. El flagelo que forma la puesta a tierra será de cobre con una sección mínima de 50 mm^2 .

Las picas de puesta a tierra serán de acero recubiertas de cobre salvo especificación contraria en otros documentos del proyecto, siendo el diámetro mínimo de 15 mm y la longitud mínima de 1,5 metros.

Para la conexión de los dispositivos de los circuitos de puesta a tierra se dispondrá de bornes y elementos de conexión que garanticen y den seguridad de una unión perfecta, incluso antes los esfuerzos originados por un cortocircuito.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos. Entre tomas de tierra independientes se mantendrá un aislamiento adecuado para evitar la aparición de tensiones en caso de falta.

El recorrido de los conductores será el más corto posible, sin cambios bruscos de dirección, tendrán protección contra la corrosión.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, prohibiéndose la utilización de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Se dispondrá que las conexiones se efectúen con mucho cuidado, mediante piezas de conexión adecuadas, asegurando la superficie de contacto (tornillos, roblones o soldaduras de alto punto de fusión).

2.18.5. Red equipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por

collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

2.19. Pruebas reglamentarias

Previamente a la recepción de las instalaciones se realizarán las siguientes mediciones, obteniéndose de ellas un resultado satisfactorio:

- a) Comprobación visual de la instalación (contactos directos, secciones, grados de protección, etc.)
- b) Medición de la resistencia de puesta a tierra
- c) Medida de la continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias
- d) Medida de la tensión de contacto y comprobación de los interruptores diferenciales
- e) Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación

2.20. Mantenimiento y seguridad

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, aislamiento de la instalación, así como las variaciones en la instalación.

Para la limpieza de lámparas, cambio de bombillas y cualquier otra manipulación se desconectará el interruptor automático correspondiente a dicho circuito.

Anualmente y en la época en que el terreno esté más seco se medirá la resistencia de tierra y se comprobará que no excede el valor fijado. Se comprobará el estado de las picas de tierra y la continuidad de la puesta a tierra. Anualmente también, se comprobará el estado de las conexiones frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas.

2.21. Documentación

El titular de la instalación debe poseer a la recepción de la misma los siguientes documentos:

- a) Copia de la certificación de dirección y terminación de obras con las variaciones que se hubieran producido durante la ejecución.

- b) Proyecto técnico de la instalación, copia del presentado ante la administración.
- c) Copia del boletín de enganche a la red, correctamente tramitado por la administración.

El instalador proporcionará una persona con capacidad técnica y experiencia suficiente que sea aceptada por la dirección facultativa la cual desempeñará el cargo de director de los trabajos a todos los efectos. La Dirección Facultativa dará las instrucciones a dicho director de los trabajos, el cual puede ser sustituido a petición de la dirección facultativa. Es obligación de la misma impartir las disposiciones técnicas necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones incluso de las variaciones imprevistas en el proyecto. Durante la instalación se llevará un libro de órdenes en el que se anotarán las variaciones sufridas por la instalación con respecto a la proyectada.

3. Instalación contra incendios

3.1. Ámbito de aplicación

En este apartado se establecen las especificaciones que debe cumplir la instalación de protección contra incendios realizada en la nave industrial. Se fijarán las condiciones técnicas y los requisitos exigibles al diseño, instalación/aplicación, mantenimiento e inspección de los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección activa contra incendios.

3.2. Materiales

Los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección activa contra incendios deberán cumplir las condiciones y los requisitos que se establecen en las normas de la Unión Europea, en la **Ley 21/1992, de 16 de julio**, de Industria y sus normas de desarrollo, así como en este Reglamento y sus anexos.

Los productos (equipos, sistemas o sus componentes) de protección contra incendios, incluidos en el ámbito de aplicación del **Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, de productos de la construcción**, u otras directivas europeas que les sean de aplicación, llevarán el marcado CE siempre que dispongan de una especificación técnica armonizada, ya sea norma armonizada o documento de evaluación europeo.

El Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, aprobado por **Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre**, y el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, aprobado por **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, establecen que el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en su reglamentación específica.

3.3. Instalación de equipos

3.3.1. Prescripciones generales

En los establecimientos y zonas de uso industrial que se encuentran dentro del ámbito de aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por **Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre**, la instalación de los equipos y sistemas de protección contra incendios incluidos en el presente Reglamento requerirá la presentación de un proyecto o

documentación técnica, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, de acuerdo con lo establecido en el citado Reglamento. El citado proyecto o documentación será redactado y firmado por técnico titulado competente, debiendo indicar los equipos y sistemas o sus componentes que ostenten el marcado CE, los sujetos a marca de conformidad a normas o los que dispongan de una evaluación técnica de la idoneidad para su uso previsto. El proyecto, en su estructuración y contenido, será conforme a lo establecido en la norma UNE 157001, sin perjuicio de lo que, en materia de contenido mínimo de proyectos, establezcan las Administraciones públicas competentes.

En los edificios a los que sea de aplicación el **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico «Seguridad en caso de incendio (SI)»**, las instalaciones de protección contra incendios se atenderán a lo dispuesto en el mismo.

3.3.2. Sistemas de detección y alarma de incendios

La norma UNE-EN 54-1, describe los componentes de los sistemas de detección y alarma de incendio, sujetos al cumplimiento del **R.D. 513/2017 de 22 de mayo**. El diseño, la instalación, la puesta en servicio y el uso de los sistemas de detección y alarma de incendio, serán conformes a la norma UNE 23007-14. La compatibilidad de los componentes del sistema se verificará según lo establecido en la norma UNE-EN 54-13.

El equipo de suministro de alimentación (e.s.a.) deberá llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-4, adoptada como UNE 23007-4.

Los dispositivos para la activación manual de alarma de incendio, es decir, los pulsadores de alarma deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-11. Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto que deba ser considerado como origen de evacuación, hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m. Los pulsadores se situarán de manera que la parte superior del dispositivo quede a una altura entre 80 cm y 120 cm. Los pulsadores de alarma estarán señalizados conforme indica el **anexo I, sección 2.^a del R.D. 513/2017 de 22 de mayo**.

Los equipos de control e indicación (e.c.i.) deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-2, adoptada como UNE 23007-2. El e.c.i. estará diseñado de manera que sea fácilmente identificable la zona donde se haya activado un pulsador de alarma o un detector de incendios.

Tanto el nivel sonoro, como el óptico de los dispositivos acústicos de alarma de incendio y de los dispositivos visuales (incorporados cuando así lo exija otra legislación aplicable o cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB(A), o cuando los ocupantes habituales del

edificio/establecimiento sean personas soR.D.as o sea probable que lleven protección auditiva), serán tales que permitirán que sean percibidos en el ámbito de cada sector de detección de incendio donde estén instalados.

Los dispositivos acústicos de alarma de incendio deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-3. Los sistemas electroacústicos para servicios de emergencia serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 60849. Los sistemas de control de alarma de incendio por voz y sus equipos indicadores deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-16. Los altavoces del sistema de alarma de incendio por voz deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-24. Los dispositivos visuales de alarma de incendio deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-23.

El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir señales diferenciadas, que serán generadas, bien manualmente desde un puesto de control, o bien de forma automática, y su gestión será controlada, en cualquier caso, por el etc.

Los equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-21. Cuando las señales sean transmitidas a un sistema integrado, los sistemas de protección contra incendios tendrán un nivel de prioridad máximo.

3.3.3. Extintores de incendio

El extintor de incendio es un equipo que contiene un agente extintor, que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego, por la acción de una presión interna. Esta presión puede producirse por una compresión previa permanente o mediante la liberación de un gas auxiliar. En función de la carga, los extintores se clasifican de la siguiente forma:

- a) Extintor portátil: diseñado para que puedan ser llevados y utilizados a mano, teniendo en condiciones de funcionamiento una masa igual o inferior a 20 kg
- b) Extintor móvil: diseñado para ser transportado y accionado a mano, está montado sobre ruedas y tiene una masa total de más de 20 kg

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones serán conformes a las exigidas en el **Real Decreto 709/2015, de 24 de julio**, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.

Los extintores de incendio portátiles necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser certificados, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2 de este reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE-EN 3-7 y UNE-EN 3-10. Los extintores móviles deberán cumplir lo dispuesto en la norma UNE-EN 1866-1. 4. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los

puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m.

Los agentes extintores deben ser adecuados para cada una de las clases de fuego normalizadas, según la norma UNE-EN 2:

- a) Clase A: Fuegos de materiales sólidos, generalmente de naturaleza orgánica, cuya combinación se realiza normalmente con la formación de brasas
- b) Clase B: Fuegos de líquidos o de sólidos licuables
- c) Clase C: Fuegos de gases
- d) Clase D: Fuegos de metales
- e) Clase F: Fuegos derivados de la utilización de ingredientes para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales) en los aparatos de cocina

Los generadores de aerosoles podrán utilizarse como extintores, siempre que cumplan el **Real Decreto 1381/2009, de 28 de agosto**, por el que se establecen los requisitos para la fabricación y comercialización de los generadores de aerosoles, modificado por el **Real Decreto 473/2014, de 13 de junio** y dispongan de una evaluación técnica favorable de la idoneidad para su uso previsto, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.3 de este reglamento. Dentro de esta evaluación se deberá tomar en consideración que estos productos deben de cumplir con los requisitos que se les exigen a los extintores portátiles en las normas de aplicación, de forma que su capacidad de extinción, su fiabilidad y su seguridad de uso sea, al menos, la misma que la de un extintor portátil convencional. Adicionalmente, deberá realizarse un mantenimiento periódico a estos productos donde se verifique que el producto está en buen estado de conservación, que su contenido está intacto y que se puede usar de forma fiable y segura. La periodicidad y el personal que realice estas verificaciones será el mismo que el que le correspondería a un extintor portátil convencional.

Los extintores de incendio estarán señalizados conforme indica el **anexo I, sección 2ª, del R.D. 593/2017 de 22 de mayo**. En el caso de que el extintor esté situado dentro de un armario, la señalización se colocará inmediatamente junto al armario, y no sobre la superficie del mismo, de manera que sea visible y aclare la situación del extintor.

3.3.4. Sistema de bocas de incendio equipadas

Los sistemas de bocas de incendio equipadas (B.I.E.) estarán compuestos por una red de tuberías para la alimentación de agua y las B.I.E. necesarias. Las B.I.E. pueden estar equipadas con manguera plana o con manguera semirrígida. La toma adicional de 45 mm de las B.I.E. con manguera

semirrígida, para ser usada por los servicios profesionales de extinción, estará equipada con válvula, racor y tapón para uso normal.

Las B.I.E. con manguera semirrígida y con manguera plana deberán llevar el marcado CE, de conformidad con las normas UNE-EN 671-1 y UNE EN 671-2, respectivamente. Los racores deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.2 de este reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en la norma UNE 23400 correspondiente.

De los diámetros de mangueras contemplados en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2, para las B.I.E., sólo se admitirán 25 milímetros de diámetro interior, para mangueras semirrígidas y 45 milímetros de diámetro interior, para mangueras planas. Para asegurar los niveles de protección, el factor K mínimo, según se define en la norma de aplicación, para las B.I.E. con manguera semirrígida será de 42, y para las B.I.E. con manguera plana de 85. Los sistemas de B.I.E. de alta presión demostrarán su conformidad con este reglamento mediante una evaluación técnica favorable, según lo indicado en el artículo 5.3 de este reglamento. Las mangueras que equipan estas B.I.E. deben ser de diámetro interior nominal no superior a 12 mm. Se admitirán diámetros superiores siempre que en la evaluación técnica se justifique su manejabilidad.

Las B.I.E. deberán montarse sobre un soporte rígido, de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situadas, como máximo, a 1,50 m. sobre el nivel del suelo.

Las B.I.E. se situarán siempre a una distancia, máxima, de 5 m, de las salidas del sector de incendio, medida sobre un recorrido de evacuación, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las B.I.E. tanto en un espacio diáfano como compartimentado, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por, al menos, una B.I.E., considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m. Para las B.I.E. con manguera semirrígida o manguera plana, la separación máxima entre cada B.I.E. y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del área protegida hasta la B.I.E. más próxima no deberá exceder del radio de acción de la misma. Tanto la separación, como la distancia máxima y el radio de acción se medirán siguiendo recorridos de evacuación.

Para facilitar su manejo, la longitud máxima de la manguera de las B.I.E. con manguera plana será de 20 m y con manguera semirrígida será de 30 m.

Para las B.I.E. de alta presión, la separación máxima entre cada B.I.E. y su más cercana será el doble de su radio de acción. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la B.I.E. más próxima no deberá exceder del radio de acción de la misma. Tanto la separación, como la distancia

máxima y el radio de acción, se medirán siguiendo recorridos de evacuación. La longitud máxima de las mangueras que se utilicen en estas B.I.E. de alta presión, será de 30 m. Se deberá mantener alrededor de cada B.I.E. una zona libre de obstáculos, que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

Para las B.I.E. con manguera semirrígida o con manguera plana, la red de B.I.E. deberá garantizar durante una hora, como mínimo, el caudal descargado por las dos hidráulicamente más desfavorables, a una presión dinámica a su entrada comprendida entre un mínimo de 300 kPa ($3\text{kg}/\text{cm}^2$) y un máximo de 600 kPa ($6\text{kg}/\text{cm}^2$).

Para las B.I.E. de alta presión, la red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos B.I.E. hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 3450 kPa ($35\text{kg}/\text{cm}^2$), en el orificio de salida de cualquier B.I.E. Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

Para las B.I.E. con manguera semirrígida o con manguera plana, el sistema de B.I.E. se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y, como mínimo, a 980 kPa ($10\text{kg}/\text{cm}^2$), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

En el caso de las B.I.E. de alta presión, el sistema de B.I.E. se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo máxima, manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Las B.I.E. estarán señalizadas conforme indica el **anexo I, sección 2ª del R.D. 513/2017 de 22 de mayo**. La señalización se colocará inmediatamente junto al armario de la B.I.E. y no sobre el mismo.

3.3.5. Alumbrado de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia, deben asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona, y permitir la identificación de los equipos y medios de protección existentes. Las instalaciones de alumbrado de emergencia serán conformes a las especificaciones establecidas en el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**, aprobado **por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, y en la **Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28**.

3.3.6. Sistemas de señalización luminiscente

Se incluirán en este apartado los sistemas de señalización luminiscente, cuya finalidad sea señalar las instalaciones de protección contra incendios. Los sistemas de señalización luminiscente deben reunir las características siguientes:

Los sistemas de señalización luminiscente tendrán como función informar sobre la situación de los equipos e instalaciones de protección contra incendios, de utilización manual, aun en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Los sistemas de señalización luminiscente incluyen las señales que identifican la posición de los equipos o instalaciones de protección contra incendios.

Sobre la posición y altura a la que colocar las señales, deben colocarse de forma que sean visibles, claras y que no tapen a los equipos que intentan señalar. Como regla general, deben colocarse verticalmente encima de los equipos. Puede ponerse la base de la señal a una altura aproximada de entre 1,5 a 2,2 metros del suelo, o bien a una altura distinta en el caso de que la situación lo aconseje para que se vean mejor. La señalización también puede ser reforzada mediante balizamientos y planos de evacuación.

Los sistemas de señalización podrán ser fotoluminiscentes o bien sistemas alimentados eléctricamente (fluorescencia, diodos de emisión de luz, electroluminiscencia...).

La señalización de los medios de protección contra incendios de utilización manual y de los sistemas de alerta y alarma, deberán cumplir la norma UNE 23033-1. Las señales no definidas en esta norma se podrán diseñar con los mismos criterios establecidos en la norma UNE 23033-1, en la UNE 23032 y a la UNE-EN ISO 7010.

En caso de disponerse de planos de situación ("usted está aquí"), éstos serán conformes a la norma UNE 23032, y representarán los medios manuales de protección contra incendios, mediante las señales definidas en la norma UNE 23033-1.

3.4. Instalación

3.4.1. Red de tuberías para BIE

Para las tuberías, el material empleado es acero negro, estirado sin soldadura DIN-2440 ST-35 con extremos y accesorios de similar calidad, soldados, cumpliéndose en todo momento con la norma UNE 19048, tanto para la tubería como para los accesorios y para el procedimiento de soldadura, que será por arco, usando los electrodos de diámetro y tipo de recubrimiento conforme a las indicaciones del fabricante, para dicha aplicación.

Todas las tuberías irán instaladas en forma adecuada, de modo que presenten un aspecto limpio, disponiéndose los tramos paralelos o en ángulo recto con los elementos de la estructura de la nave, a fin de proporcionar la máxima altura de paso, salvar las luces y otros trabajos. En general las tuberías suspendidas se instalarán lo más cerca posible de la estructura superior.

Toda la tubería se cortará con exactitud en las dimensiones establecidas en el lugar de la obra y se colocará en su sitio sin combarla ni forzarla. Se instalará de modo que pueda dilatarse y encontrarse libremente sin daño para la misma, ni para los otros trabajos.

La tubería de acero y de hierro forjado se cortará con herramientas cortadoras de tubería, y se roscarán con terrajas afiladas y limpias. Todas las tuberías cortadas se escariarán para eliminar las rebabas y para conservar el diámetro total de las mismas. Todos los cambios de diámetro se efectuarán mediante accesorios de reducción y los cambios de dirección por medio de piezas especiales.

En las tuberías de pequeño diámetro hasta 3/4" se permite curvas aplicadas para salvar los cruces con otras tuberías siempre que no se utilice una máquina hidráulica de doblar y se eviten deformaciones de presiones o arrugas y no sufra la película de galvanizado.

Todas las tuberías irán firmemente ancladas a techos o paramentos. Los tendidos verticales de tubería irán soportados por abrazaderas o collarines de acero forjado a intervalos superiores a 3 m. Los tendidos horizontales irán soportados por suspensores del tipo de abrazaderas y varillas rígidamente fijadas a la estructura de la nave. Todos los anclajes irán provistos de tensores o de otros medios aprobados de ajuste. No se aceptarán los suspensores de cadena, barra taladrada o de alambre.

En los tramos rectos de alimentación en tuberías aéreas, podrá emplearse la junta tipo VICTAULIC o similar.

Sobre cómo calcular y medir la presión de las B.I.E.:

El objetivo de pedir una presión mínima a la red de las B.I.E. es que la velocidad y el caudal de agua proporcionados por la manguera sean óptimos para su uso. Un caudal apropiado para una B.I.E. de 25 mm es del entorno a los 100 l/min, y para B.I.E. de 45mm es de, al menos, 160 l/min. Esto equivale a que la presión dinámica a la salida por la boquilla sea de 2 bar, requisito que ya se pedía en el anterior reglamento y que también se pide actualmente en el **R.D. 2267/2004**.

(Nota: No confundir la presión dinámica con la presión manométrica. La "presión dinámica a la entrada de entre 3 y 6 bar" que se nombra en el reglamento está calculada con un diámetro de tubería que equivale a una presión dinámica a la salida de entre 2 y 5 bar. Esto se puso con el propósito de facilitar la medición, pero en la realidad hay otras formas más sencillas de medirlo).

A efectos prácticos, como la presión dinámica es difícil de medir, se proponen dos formas de calcular y medir la presión de la B.I.E.:

Opción 1: Para comprobar que la presión es suficiente, medir la presión manométrica en la entrada, y restarle la caída de presión en la manguera (dato obtenido del fabricante), para obtener la presión dinámica a la salida, que deberá ser de entre 2 y 5 bar.

Opción 2: De forma alternativa, si no se conocen las pérdidas de presión en la manguera, puede usarse la fórmula siguiente para calcular la presión necesaria a partir del caudal deseado: Caudal (litros/min) = $K \cdot \text{Raíz de la presión manométrica (bar)}$, con K una constante que depende de la B.I.E. usada.

Importante: En ambos casos, la medición se hace con un manómetro en la válvula de entrada en condiciones estáticas, y posteriormente, hay que abrir la B.I.E. y volver a medir para comprobar que no hay caídas significativas de la presión total debidas a posibles pérdidas de carga en la red. Si las hubiera, debería aumentarse la presión aportada a la B.I.E. en funcionamiento, de forma que se garantice que la red es capaz de suministrar el caudal requerido.

Ejemplos: Para una B.I.E. de 25 mm con $K = 42$ (pérdida de carga aproximada de 3,4 bar para el caudal estimado), habría que obtener una presión manométrica mínima de 5,4 bar (lo que asegura cerca de 100 l/min). También se admiten B.I.E. con K distintos (mayores a 42 en B.I.E. de 25mm). Para una B.I.E. de 45 mm con $K = 85$ (pérdida aproximada de 1,5 bar), la presión manométrica debería ser de un mínimo de 3,5 bar (160l/min).

3.4.2. Soportes

Los soportes de las tuberías deberán estar como máximo a las distancias indicadas en la siguiente tabla:

Diámetro nominal (pulgadas)	Distancia entre soportes Tramos verticales (m)	Distancias entre soportes Tramos horizontales (m)
2 ^{1/2} "	4,50	3,00
2"	3,50	3,00
1 ^{1/2} "	3,50	3,00

Tabla 6.- Distancia entre soportes. Fuente: Elaboración propia.

Los tendidos de las tuberías se harán paralelos o en ángulo recto a las alineaciones que sigan los elementos compartimentadores la nave y en concordancia con otras instalaciones, sobre las cortas o niveles de estrato que se fijen.

Los anclajes a paredes y forjados serán mediante spit-rock clavado al hormigón y varilla roscada, sobre rail fijado al techo o vigas con un mínimo de dos puntos de fijación.

Los anclajes de tubería consistirán en collarines de acero pesado con orejetas y pernos para su amordazado y para la fijación de las riostras de anclajes o según se disponga en los planos. No se fijará ninguna riostra en lugares donde su instalación signifique un detrimento para la construcción de la nave. Antes de su instalación se presentará para aprobación, los detalles de anclajes.

Los soportes serán regulables y para una carga de 6", con un coeficiente de seguridad de 3.

Las abrazaderas deberán ser homologadas y en lugar de proteger el cubo con banda de forma, se hará con cinta plástica adherida mediante tres capas. No se sujetarán las tuberías verticales a tabiques o paredes de ladrillo hueco, sino a elementos macizos o estructurales.

Todas las tuberías instaladas serán protegidas con pintura de base asfáltica, después de haber sido probadas con resultado satisfactorio.

Cuando se determine en proyecto, se pintará las tuberías acabadas, con colores para su identificación (color rojo).

3.4.3. Cableado eléctrico

El cableado eléctrico de todas las instalaciones de detección se realizará mediante cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con

aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) según UNE 211025.

3.4.4. Canalización eléctrica

Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 60423. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).

3.5. Puesta en servicio

Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios señaladas en el **apartado 1 del artículo 19 del R.D. 513/2017 de 22 de mayo**, se requiere:

- a) La presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de industria, antes de la puesta en funcionamiento de las mismas de un certificado de la empresa instaladora, emitido por un técnico titulado competente designado por la misma, en el que se hará constar que la instalación se ha realizado de conformidad con lo establecido en este reglamento y de acuerdo con el proyecto o documentación técnica
- b) Tener suscrito un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora debidamente habilitada, que cubra, al menos, los mantenimientos de los equipos y sistemas sujetos a este reglamento, según corresponda

Excepcionalmente, si el titular de la instalación se habilita como mantenedor y dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, y asume su ejecución y la responsabilidad del mismo, será eximido de su contratación.

Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios señaladas en el **apartado 2 del artículo 19 del R.D. 513/2017 de 22 de mayo**, se atenderá a lo previsto en el **Código Técnico de la Edificación**.

3.5.1. Pruebas hidráulicas

Se realizarán pruebas sobre la totalidad de la instalación, global o parcialmente. El Contratista dispondrá lo necesario para las pruebas y dará aviso con suficiente antelación a la Dirección Facultativa de que las mismas se van a realizar. El Contratista suministrará todo los equipos y

accesorios para las pruebas (equipos de medición de caudales y presiones, elementos de control, etc.).

Para las pruebas hidráulicas y operacionales el Contratista deberá extraer todo el aire de las tuberías antes de comenzar la prueba. Las pruebas hidráulicas se repetirán tantas veces como sea necesario para obtener los resultados esperados. En caso de discrepancia la opinión del representante de la Dirección Facultativa será definitiva.

3.5.2. Pruebas operacionales

Previamente a las pruebas operacionales, el Contratista presentará su protocolo de pruebas en el que se indiquen los caudales y presiones teóricas, incluyendo una columna para rellenar posteriormente a las pruebas, con los resultados reales obtenidos y que será debidamente aprobado por la Dirección Facultativa. El Contratista dispondrá lo necesario para las pruebas y dará aviso con suficiente antelación a la Dirección Facultativa de que las mismas se van a realizar. El Contratista suministrará todo los equipos y accesorios para las pruebas (equipos de medición de caudales y presiones, elementos de control, etc.).

Se realizarán pruebas con medición real sobre la totalidad de la instalación y/o parcialmente. En estas pruebas se medirá, como mínimo, el caudal y la presión en todas las secciones comandadas por una válvula de diluvio y todas las que considere el representante de la Dirección Facultativa. Para las pruebas, la Dirección Facultativa suministrará el agua y la electricidad. El Contratista será responsable de dejar limpios el circuito y las zonas afectadas por las pruebas. El Contratista suministrará los agentes de extinción (polvo químico seco, espumas, gases, etc.).

Una vez montado e instalado el sistema completo de Defensa Contra Incendios, se realizarán, en presencia del representante de la Dirección Facultativa, las oportunas pruebas de funcionamiento en todas las condiciones de servicio, provocando todas las situaciones anormales que originen la puesta en servicio de los sistemas de alarma y extinción. Todas las pruebas se considerarán incluidas en el precio. Las reparaciones a realizar como consecuencia de defectos aparecidos durante las pruebas o en el montaje, serán por cuenta del Contratista. El alcance del trabajo por rectificación de defectos o errores quedará a juicio del representante de la Dirección Facultativa.

Las pruebas se efectuarán cuando sea preciso sobre el escenario completo de riesgo, aunque este contenga sistemas preexistentes y sistemas de nuevo montaje. Por ejemplo, cuando se efectúe la instalación de un tanque o una esfera, se efectuará no solo la prueba del sistema de refrigeración nuevo, sino que debe comprobarse también el funcionamiento de las refrigeraciones de los equipos afectados simultáneamente.

3.6. Mantenimiento

Los equipos y sistemas de protección activa contra incendios, sujetos al **R.D. 513/2017 de 22 de mayo**, se someterán a las revisiones de mantenimiento que se establecen en el anexo II de dicho reglamento, en el cual se determina, en cada caso, el tiempo máximo que podrá transcurrir entre dos mantenimientos consecutivos.

Las actas de estos mantenimientos, firmadas por el personal cualificado que los ha llevado a cabo, estarán a disposición de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, al menos, durante cinco años a partir de la fecha de su expedición.

Equipo o sistema	Cada 3 meses	Cada 6 meses
Sistemas de detección y alarma de incendios.	Paso previo: revisión y/o implementación de medidas para evitar acciones o maniobras no deseadas durante las tareas de inspección.	
Requisitos generales	Verificar si se han realizado cambios o modificaciones en cualquiera de las componentes del sistema desde la última revisión realizada y proceder a su documentación. Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro). Sustitución de pilotos, fusibles, y otros elementos defectuosos. Revisión de indicaciones luminosas de alarma, avería, desconexión e información en la central. Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.). Verificar equipos de centralización y de transmisión de alarma	
Sistemas de detección y alarma de incendios.	Revisión de sistemas de baterías: Prueba de conmutación del sistema en fallo de red, funcionamiento del sistema bajo baterías, Fuentes de detección de avería y restitución a modo normal alimentación	
Sistemas de detección y alarma de incendios	Comprobación de la señalización de los pulsadores de alarma manuales	Verificación de la ubicación, identificación, visibilidad y accesibilidad de los pulsadores
Dispositivos para la activación manual de alarma		Verificación del estado de los pulsadores (fijación, limpieza, corrosión, aspecto exterior)

Sistemas de detección y alarma de incendios.	de	Comprobar el funcionamiento de los avisadores luminosos y acústicos. Si es aplicable, verificar el funcionamiento del sistema de megafonía. Si es aplicable, verificar la inteligibilidad del audio en cada zona de extinción
Dispositivos de transmisión de alarma	de	

Extintores de incendio	de	Realizar las siguientes verificaciones: - Que los extintores están en su lugar asignado y que no presentan muestras aparentes de daños. - Que son adecuados conforme al riesgo a proteger. - Que no tienen el acceso obstruido, son visibles o están señalizados y tienen sus instrucciones de manejo en la parte delantera. - Que las instrucciones de manejo son legibles. - Que el indicador de presión se encuentra en la zona de operación. - Que las partes metálicas (boquillas, válvula, manguera...) están en buen estado. - Que no faltan ni están rotos los precintos o los tapones indicadores de uso. - Que no han sido descargados total o parcialmente. También se entenderá cumplido este requisito si se realizan las operaciones que se indican en el “Programa de Mantenimiento Trimestral” de la Norma UNE 23120. Comprobación de la señalización de los extintores
------------------------	----	---

Bocas de incendio equipadas (B.I.E.) Comprobación de la señalización de las BIEs

Tabla 7.- Programa de mantenimiento trimestral y semestral de los sistemas de protección activa contra incendios.
Fuente: R.D. 513/2017 de 22 de mayo (RIPCI).

3.6.1. Inspecciones periódicas

En aquellos casos en los que la inspección de las instalaciones de protección activa contra incendios no esté regulada por reglamentación específica, los titulares de las mismas deberán solicitar, al menos, cada diez años, a un organismo de control acreditado, conforme a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial,

aprobado por **Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre**, la inspección de sus instalaciones de protección contra incendios, evaluando el cumplimiento de la legislación aplicable.

Se exceptúan de lo dispuesto en el texto anterior los edificios destinados a:

- a) uso residencial vivienda
- b) uso administrativo con superficie construida menor de 2000 m^2
- c) uso docente con superficie construida menor de 2000 m^2
- d) uso comercial con superficie construida menor de 500 m^2
- e) uso pública concurrencia con superficie construida menor de 500 m^2
- f) uso aparcamiento con superficie construida menor de 500 m^2 , a condición de que no confluyan en ninguno de estos casos zonas o locales de riesgo especial alto, con independencia de la función inspectora asignada a los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma y de las operaciones de mantenimiento previstas en este reglamento

De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico titulado competente del organismo de control que ha procedido a la inspección y por el titular de la instalación, quienes conservarán una copia, que estará a disposición de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

En caso de que se detecten incumplimientos respecto al presente reglamento, el organismo de control que ha realizado la inspección fijará los plazos para su subsanación y, en caso de que éstos sean de carácter muy grave o no se corrijan en dichos plazos, lo pondrá en conocimiento de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

4. Instalación de fontanería

4.1. Ámbito de aplicación

En este apartado se establecen las especificaciones que debe cumplir la instalación fontanería realizada en la nave industrial. Según el **DB HS** para realizar la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior del suministro de agua, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el **Anexo I del Real Decreto 140/2003**.

4.2. Redes de tubería

4.2.1. Prescripciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior.

Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

4.2.2. Uniones y juntas

Las uniones de tubos serán estancas y resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo con la norma UNE 10 242:1995.

Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante.

Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998.

En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado.

Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.2.3. Protecciones

4.2.3.1. Protecciones frente a la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas. Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.

- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc.

Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón.

Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada de la nave y antes de la salida.

4.2.4. Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera anti vapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación. Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

4.2.5. Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

4.2.6. Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasa tubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

4.2.7. Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación.

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán anti vibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

4.2.8. Accesorios, grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo

correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

4.2.9. Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias.

La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

4.3. Contadores

4.3.1. Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto de la nave. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida.

El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice “in situ”, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

4.3.2. Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

4.3.3. Filtro

El filtro debe instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Se instalarán únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, por evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes. Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros o de instalaciones paralelas. Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua de la auto limpieza.

4.4. Puesta en servicio

4.4.1. Pruebas de las instalaciones interiores

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación, se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:1988.
- Para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior. El manómetro que se utilice en esta

prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar. Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

4.4.2. Pruebas particulares de ACS

En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- medición de caudal y temperatura en los puntos de agua
- obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad
- comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas
- medición de temperaturas de la red
- con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador

4.5. Productos de construcción

4.5.1. Materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada
- serán resistentes a la corrosión interior
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí
- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40 °C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

4.5.2. Conducciones

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996
- tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996
- tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997
- tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004
- tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004
- tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004
- tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el ***Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero***.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

4.5.3. Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

4.5.4. Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento. Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

4.6. Incompatibilidades

4.6.1. Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ion cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de *Langelier*. Para los tubos de cobre se considerarán agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de *Lucey*.

4.6.2. Incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu⁺ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación. Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado. Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero

inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

4.7. Puesta en servicio

4.7.1. Puesta en servicio

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación, se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.
- una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

4.7.2. Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

4.8. Mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el **Real Decreto 865/2003** sobre *critérios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis*, y particularmente todo lo referido en su **Anexo 3**.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

4.8.1. Agua caliente sanitaria

La revisión del estado de conservación y limpieza de la instalación se realizará trimestralmente en los depósitos acumuladores, y mensualmente en un número representativo, rotatorio a lo largo del año, de los puntos terminales de la red interior (grifos y duchas), de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.

Mensualmente se realizará la purga de válvulas de drenaje de las tuberías y semanalmente la purga del fondo de los acumuladores. Asimismo, semanalmente se abrirán los grifos y duchas de habitaciones o instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.

El control de la temperatura se realizará diariamente en los depósitos finales de acumulación, en los que la temperatura no será inferior a 60 °C y mensualmente en un número representativo de grifos y duchas (muestra rotatoria), incluyendo los más cercanos y los más alejados de los acumuladores, no debiendo ser inferior a 50 °C. Al final del año se habrán comprobado todos los puntos finales de la instalación.

Como mínimo anualmente se realizará una determinación de legionela en muestras de puntos representativos de la instalación. En caso necesario se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua de la misma.

4.8.2. Agua fría

La revisión del estado de conservación y limpieza de la instalación se realizará trimestralmente en los depósitos y mensualmente en un número representativo, rotatorio a lo largo del año, de los puntos terminales de la red interior (grifos y duchas), de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.

La temperatura se comprobará mensualmente en el depósito, de forma que se mantenga lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C.

Cuando el agua fría de consumo humano proceda de un depósito, se comprobarán los niveles de cloro residual libre o combinado en un número representativo de los puntos terminales, y si no alcanzan los niveles mínimos (0,2 mg/l) se instalará una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del mismo, con un caudal del 20% del volumen del depósito.

5. Instalación de reutilización de aguas del tren de lavado

5.1. Ámbito de aplicación

En este apartado se establecen las especificaciones que debe cumplir la instalación de reutilización de aguas del tren de lavado realizada en la nave industrial. Según el **DB HS** para realizar la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior del suministro de agua, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el **Anexo I del Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero**.

Además, el **R.D. 1620/2007 de 7 de diciembre** tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la reutilización de las aguas depuradas, de acuerdo con el **artículo 109.1 del texto refundido de la Ley de Aguas**, aprobado por el **Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio**.

5.2. Condiciones técnicas para la instalación

La ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación de reutilización de aguas del tren de lavado cumplirán con las especificaciones correspondientes que se detallan para la instalación de fontanería.

5.3. Vertido

Los usuarios y usuarias no domésticos, cuya actividad esté comprendida en las **secciones C, D y E de la Clasificación Catalana de Actividades Económicas de 1993**, aprobada por el **Decreto 97/1995, de 21 de febrero**, o sea, potencialmente contaminante o bien que genere vertidos superiores a los 6.000 m³/año están obligados a obtener el permiso de vertido al sistema público de saneamiento y a respetar las prohibiciones establecidas en el anexo I y las limitaciones que contempla **el anexo II del decreto 130/2003 de 13 de mayo**.

Además, hay que tener en cuenta el riesgo sanitario. El **R.D. 1620/2007 de 7 de diciembre** en su anexo I.A sobre criterios de calidad para la reutilización de las aguas según sus usos y según uso 1: Usos urbanos, calidad 1.2. Servicios d) lavado industrial de vehículos, establece los siguientes valores máximos admisibles:

- Nematodos intestinales: 1 huevo/10 L (considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros Ancylostoma, Trichuris y Ascaris).
- Escherichia coli: 200 UFC/100 mL
- Sólidos en suspensión: 20 mg/L
- Turbidez: 10 UNT
- Legionella spp: 100 UFC/L

5.4. Medidas preventivas

En las instalaciones de lavado se pulveriza agua y, por lo tanto, se producen aerosoles. Por este motivo, están contempladas en el artículo 2.h *“Otros aparatos que acumulan agua y pueden producir aerosoles”* del **R.D. 865/2003 de 4 de julio** por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis y, concretamente, están catalogadas como una instalación de *“menos probabilidad de proliferación y dispersión de legionela”*.

Las medidas preventivas se aplicarán en la fase de diseño de nuevas instalaciones y en las modificaciones y reformas de las existentes.

Las instalaciones deberán tener las siguientes características:

La instalación interior de agua de consumo humano deberá:

- a) Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.
- b) Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios –filtros mecánicos– parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 µm y 150 µm–requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.
- c) Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- d) Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.
- e) Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior

- a 20 °C, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.
- f) Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.
 - g) Asegurar, en toda el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.
 - h) Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.
 - i) Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.

Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 °C, se garantizará posteriormente, que se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de la distribución hacia el consumo.

Los equipos de reutilización de agua:

- a) Estarán ubicados de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición de las personas a los aerosoles. A este efecto se deberán ubicar en lugares alejados tanto de las personas como de las tomas de aire acondicionado o de ventilación.
- b) Los materiales constitutivos del circuito hidráulico resistirán la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar los fenómenos de corrosión. Se evitarán los materiales que favorecen el desarrollo de bacterias y hongos como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa.
- c) El diseño del sistema deberá hacerse de manera que todos los equipos y aparatos sean fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- d) Existirán suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación y estarán dimensionados para permitir la eliminación de los sedimentos acumulados.
- e) Deberán disponer de sistemas de dosificación en continuo del biocida.

5.5. Desinfección

Se tendrá en cuenta que el hipoclorito sódico estará en un recipiente anti reboso con tal de que no pueda provocar una situación de peligro mediante inhalación tóxica o contacto de dicho químico con la piel desnuda.

Debido a la manipulación de hipoclorito sódico en la instalación, la sala técnica dispondrá de un grifo con agua potable para minimizar las situaciones anteriormente descritas.

5.5.1. Manipulación del hipoclorito sódico

Precauciones generales:

- Cumplir con la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales. Mantener los recipientes herméticamente cerrados. Controlar los derrames y residuos, eliminándolos con métodos seguros. Evitar el vertido libre desde el recipiente. Mantener orden y limpieza donde se manipulen productos peligrosos
- Recomendaciones técnicas para la prevención de incendios y explosiones
- Producto no inflamable bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación y uso. Se recomienda trasvasar a velocidades lentas para evitar la generación de cargas electroestáticas que pudieran afectar a productos inflamables
- Recomendaciones técnicas para prevenir riesgos ergonómicos y toxicológicos
- No comer, beber ni fumar en las zonas de trabajo; lavarse las manos después de cada utilización, y despojarse de prendas de vestir y equipos de protección contaminados antes de entrar en las zonas para comer
- Recomendaciones técnicas para prevenir riesgos medioambientales

Debido a la peligrosidad de este producto para el medio ambiente se recomienda manipularlo dentro de un área que disponga de barreras de control de la contaminación en caso de vertido, así como disponer de material absorbente en las proximidades del mismo.

5.5.2. Almacenamiento

Condiciones de almacenamiento seguro:

ITC (R.D. 379/2001)	MIE-APQ-6
Clasificación	b)
Temperatura mínima	5 °C
Temperatura máxima	30 °C
Tiempo máximo	6 meses

Tabla 8.- Condiciones de almacenamiento seguro. Fuente: Ficha de seguridad Plainsur.

Condiciones generales de almacenamiento:

Evitar fuentes de calor, radiación, electricidad estática y el contacto con alimentos.

5.5.3. Control de exposición/protección individual

De acuerdo con el orden de prioridad para el control de la exposición profesional (**R.D. 374/2001** y posteriores modificaciones) se recomienda la extracción localizada en la zona de trabajo como medida de protección colectiva para evitar sobrepasar los límites de exposición profesional. En el caso de emplear equipos de protección individual deben disponer del "marcado CE" de acuerdo con el **R.D.1407/1992** y posteriores modificaciones.

Equipos de protección individual:

Las indicaciones contenidas en este punto se refieren al producto puro. Las medidas de protección para el producto diluido podrán variar en función de su grado de dilución, uso, método de aplicación, etc.

EPIS para la manipulación del hipoclorito sódico:

- Protección obligatoria de las manos: Guantes de protección química
- Protección obligatoria de la cara: Gafas panorámicas contra salpicaduras y/o proyecciones
- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo antideslizamiento

Es obligatorio la instalación de ducha de emergencia y lavajos en la sala técnica.

5.6. Puesta en servicio

Cumplirán las especificaciones detalladas en la puesta de servicio del apartado anterior (Puesta en servicio de la instalación de fontanería).

5.7. Mantenimiento

Para las instalaciones recogidas en el **artículo 2.2.2º del R.D. 865/2003 de 4 de julio** se elaborarán y aplicarán programas de mantenimiento higiénico-sanitario adecuados a sus características, e incluirán: el esquema de funcionamiento hidráulico y la revisión de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento. Se aplicarán programas de mantenimiento que incluirán como mínimo la limpieza y, si procede, la desinfección de la instalación. Las tareas realizadas deberán consignarse en el registro de mantenimiento.

La periodicidad de la limpieza de estas instalaciones será de, al menos, una vez al año, excepto en los sistemas de aguas contra incendios que se deberá realizar al mismo tiempo que la prueba hidráulica y el sistema de agua de consumo que se realizará según lo dispuesto en el anexo 3.

La autoridad sanitaria competente, en caso de riesgo para la salud pública podrá decidir la ampliación de estas medidas.

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento se realizará una adecuada distribución de competencias para su gestión y aplicación, entre el personal especializado de la empresa titular de la instalación o persona física o jurídica en quien delegue, facilitándose los medios para que puedan realizar su función con eficacia y un mínimo de riesgo.

6. Instalación de ventilación

6.1. Ámbito de aplicación

En este apartado se establecen las especificaciones que debe cumplir la instalación de ventilación realizada en la nave industrial. Se fijarán las condiciones técnicas y los requisitos exigibles al diseño, instalación/aplicación, mantenimiento e inspección de los equipos, sistemas y componentes que conforman la instalación de ventilación.

6.2. Ventilación

Las instalaciones de ventilación son las encargadas de extraer o introducir aire del exterior en un ambiente o zona interior de las edificaciones. La ventilación de locales está regulada por el **RITE**, que determina los caudales mínimos de cada local, en función de su uso y ocupantes. Es necesaria en los recintos para:

- Aportar aire nuevo con oxígeno para la respiración de las personas
- Extraer el aire viciado producido por la respiración, humos, gases, incluidos los generados en los ambientes de trabajo
- Rebajar la temperatura interior en locales no climatizados

Especialmente en:

- Cocinas
- Acondicionamiento de una nave industrial dedicada a la elaboración de platos precocinados
- Extracción de humos en garajes de automóviles
- Extracción de gases en zonas de pintura
- Extracción de aire en zonas de soldaduras
- Renovación de ambientes en locales cerrados, cines, auditorios, discotecas, locales de pública concurrencia
- Ventilación en instalaciones agropecuarias, granjas para rebajar la temperatura del ambiente
- Ventilación en automóviles

6.3. Clasificación de los sistemas de ventilación

La ventilación de los locales se realiza por diferentes sistemas, bien por sobrepresión (impulsión de aire del exterior hacia el local a ventilar, saliendo éste por rejillas o puertas), bien por depresión (mediante extractores).

Atendiendo a lugar donde se instalen y a la aplicación para la que se diseñan los sistemas de ventilación se clasifican en:

- De extracción localizada (fundamentalmente en industrias, cocinas, etc.) mediante instalación de campanas
- De extracción centralizada (locales de pública concurrencia, centros comerciales, edificios administrativos y de oficinas, garajes, etc.) con instalación de una red de conductos

La ventilación constará de 3 equipos de renovación (equipo de renovación 1: 2 máquinas (impulsión y extracción) 400°/2h, serie BP-MU 9/9 1/2 CV 3100 m³/h). Dichos equipos serán contra atmosferas explosivas dado el riesgo de incendio y explosión de la nave.

6.3.1. Entrada de aire

El aire de la admisión se obtendrá en un lugar favorable del entorno del edificio y el espacio exterior del que se tome será suficientemente grande como para permitir la inscripción de un círculo mayor de 4 m.

6.3.2. Salida de aire

Se procurará que el rebufo no pueda molestar a peatones ni a vecinos, expulsando el aire en lugar suficientemente alto y alejado de ventanas de otros edificios colindantes o cercanos.

Ambas bocas (entrada y salida) deberán estar suficientemente alejadas (más de 3 m) para evitar la recirculación del aire.

6.4. Componentes de la instalación de ventilación

Genéricamente, una instalación de ventilación está compuesta por los siguientes elementos:

- Ventiladores: máquinas que hacen moverse el aire al generar una presión
- Conducciones: por donde circula el aire de un local a otro
- Elementos de difusión: rejillas o bocas de entrada y salida de aire
- Elementos accesorios: compuertas, mandos, reguladores

6.4.1. Ventiladores

Generan una corriente de aire y normalmente son de accionamiento eléctrico, estando caracterizados y definidos por su curva de presión (mm.c.a.) - caudal (m³/h) para cada velocidad, facilitándose otros parámetros (potencia, nivel sonoro, régimen de giro, etc.). Los ventiladores se pueden acoplar en serie o en paralelo.

Por su configuración, los ventiladores pueden ser de tres tipos:

- Axiales o helicoidales: El flujo se induce en la dirección del eje por presión de las palas.
- Centrífugos: El flujo se induce dentro del rodete, y sale perpendicular al eje, por centrifugación.
- Tangenciales: El flujo atraviesa el rodete perpendicular al eje.

6.4.2. Rejillas y difusores

Las bocas de entrada y salida del aire se situarán de forma que favorezcan el barrido del ambiente. Impulsarán el aire de modo que no moleste a los ocupantes con altas velocidades por encima de las cabezas.

Los difusores podrán ser cuadrados, con plenum, circulares y lineales, construido en perfil de aluminio extruido.

Las rejillas y difusores para la distribución de aire a los locales estarán contruidos con un material inoxidable o tratado en forma que se garantice su inalterabilidad por el aire húmedo.

Las rejillas y difusores se suministrarán con una junta elástica que impida, una vez montados, todo escape de aire entre la pared o techo y el marco de la rejilla o el aro exterior del difusor.

En caso de estar dotados de un dispositivo de regulación de caudal, dicho dispositivo será fácilmente accionable desde la parte frontal de la rejilla o difusor. No producirá ruidos de vibración y en su posición de cerrado al 50 % no producirá un incremento en el nivel de presión sonora respecto al de apertura completa.

Los difusores podrán montarse con o sin dispositivo de regulación e instalados con puente de montaje, homologado.

6.4.3. Tubería

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada siguiendo. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

Tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple lisa, auto conectable macho-hembra, de 250 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor de chapa conforme UNE correspondiente.

6.4.4. Uniones y juntas

Las uniones de tubos serán estancas y resistirán adecuadamente la tracción.

Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

6.4.5. Accesorios, grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

6.4.6. Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias.

6.5. Regulación

La regulación de una instalación de ventilación dependerá del tipo de funcionamiento de la misma, distinguiéndose entre las siguientes:

- Funcionamiento permanente durante la actividad: Mediante interruptor propio, o conectado el sistema a la iluminación del local (se utiliza en fábricas, aseos, etc.)
- Funcionamiento intermitente: Su arranque o paro lo gobierna un temporizador, cuyo intervalo se ajusta según las necesidades (se usa en almacenes, garajes, salones, etc.)
- Funcionamiento según la ocupación del local: Instalando un medidor de nivel de CO₂, que indique si el ambiente precisa ser renovado. Se emplea en grandes salones públicos, discotecas, cines, etc., manteniendo un nivel de CO₂ inferior a 0,1%



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**INSTALACIONES EN UN CONCESIONARIO DE
AUTOMÓVILES CON TALLER DE REPARACIÓN, TREN DE
LAVADO Y PLANTA DEPURADORA**



Planos

Autor:	Cristian Chincolla Jiménez
Director:	Josep Pardina Ribas
Convocatoria:	Enero 2018

ÍNDICE

Plano general situación	1
Plano detalle situación	2
Plano espacios nave industrial	3
Plano detalle concesionario, taller de reparación y patio exterior	4
Plano secciones nave industrial	5
Plano fachadas nave industrial	6
Plano CPM.....	7
Plano instalación eléctrica.....	8
Plano líneas eléctricas	9
Esquema unifilar cuadro principal	10
Esquema unifilar subcuadros 1 y 2	11
Esquema unifilar subcuadros 3 y 4	12
Esquema unifilar subcuadros 5 y 6	13
Esquema unifilar subcuadro 7	14
Plano instalación de protección contra incendios.....	15
Plano instalación de agua y reutilización de agua del tren de lavado.....	16
Esquema de reutilización de agua del tren de lavado.....	17
Esquema de principio de la reutilización de agua del tren de lavado	18
Plano etapa de vertido	19
Plano instalación de ventilación	20



Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Situación general

Fecha: 11/01/2018

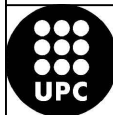
Escala: 1:3000

Nº plano: 1 de 20

Titular: CYE SL

Dibujado por: Cristian Chincolla

Revisado por: Josep Pardina



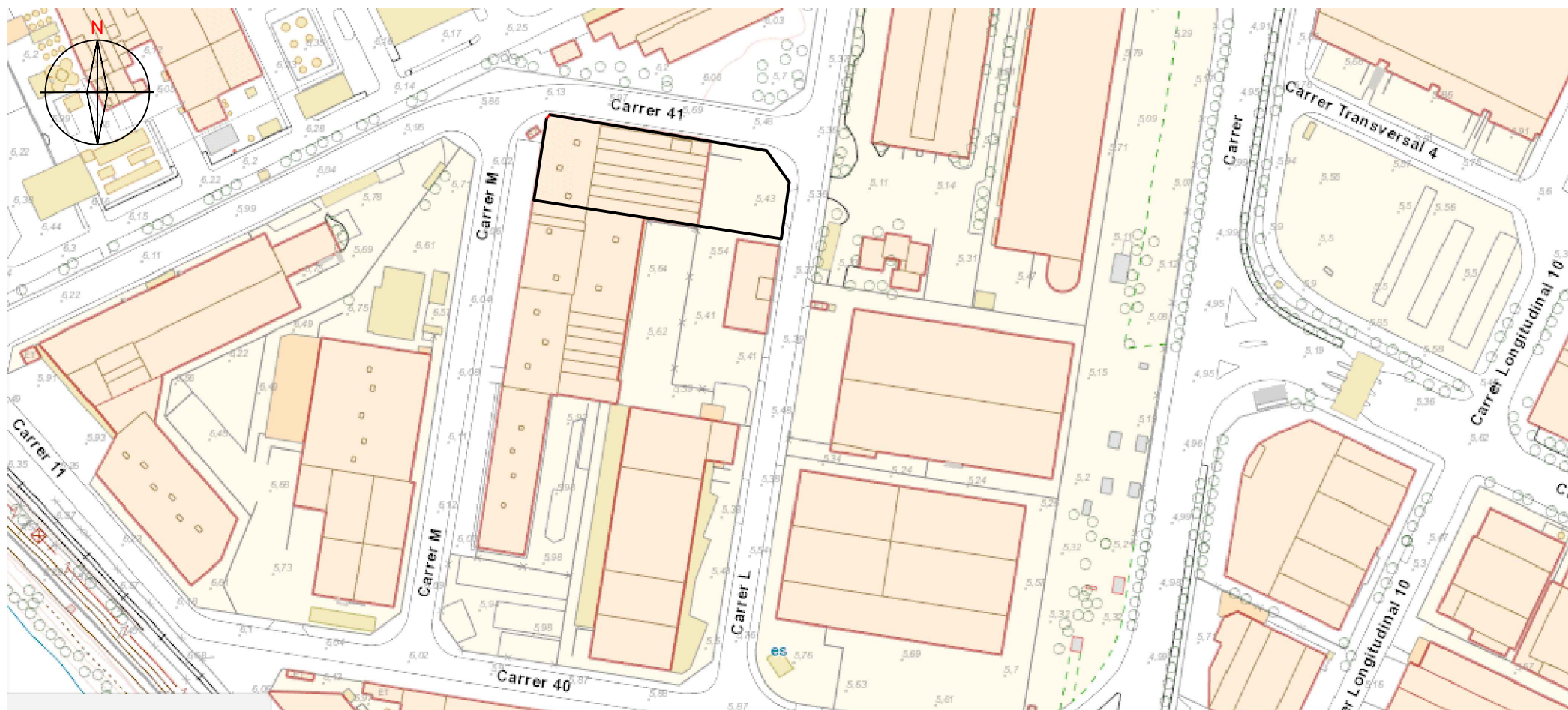
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

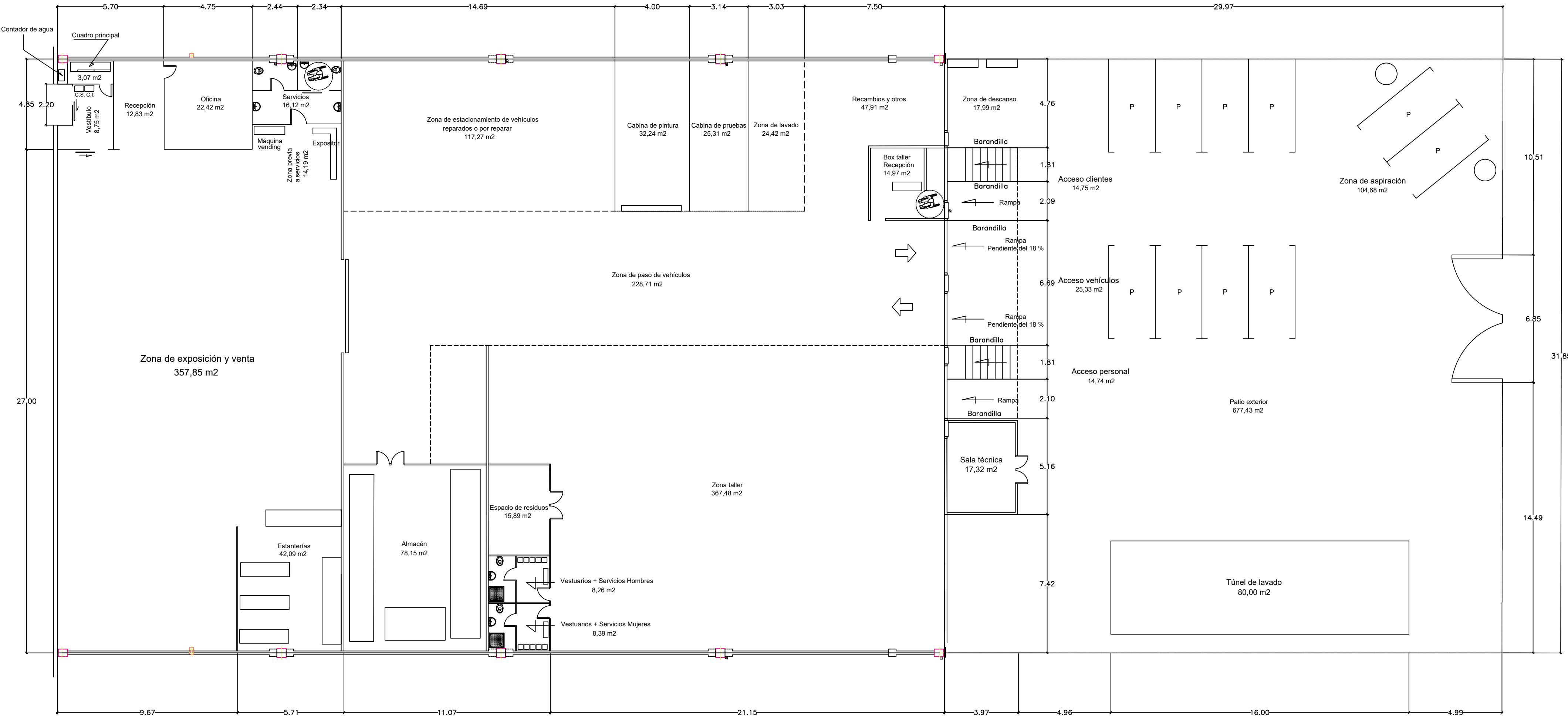
Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado y
planta depuradora

Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858

Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA



<p>Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040</p>	<p>Fecha: 11/01/2018</p>	<p>Titular: CYE SL</p>	<p>Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora</p>
<p>TFG Plano: Detalle situación</p>	<p>Escala: 1:600</p>	<p>Dibujado por: Cristian Chincolla</p>	
	<p>Nº plano: 2 de 20</p>	<p>Revisado por: Josep Pardina</p>	<p>Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA</p>
	 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</p>		



Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Espacios nave
industrial

Fecha: 11/01/2018

Escala: 1:150

Nº plano: 3 de 20

Titular: CYE SL

Dibujado por: Cristian Chincolla

Revisado por: Josep Pardina



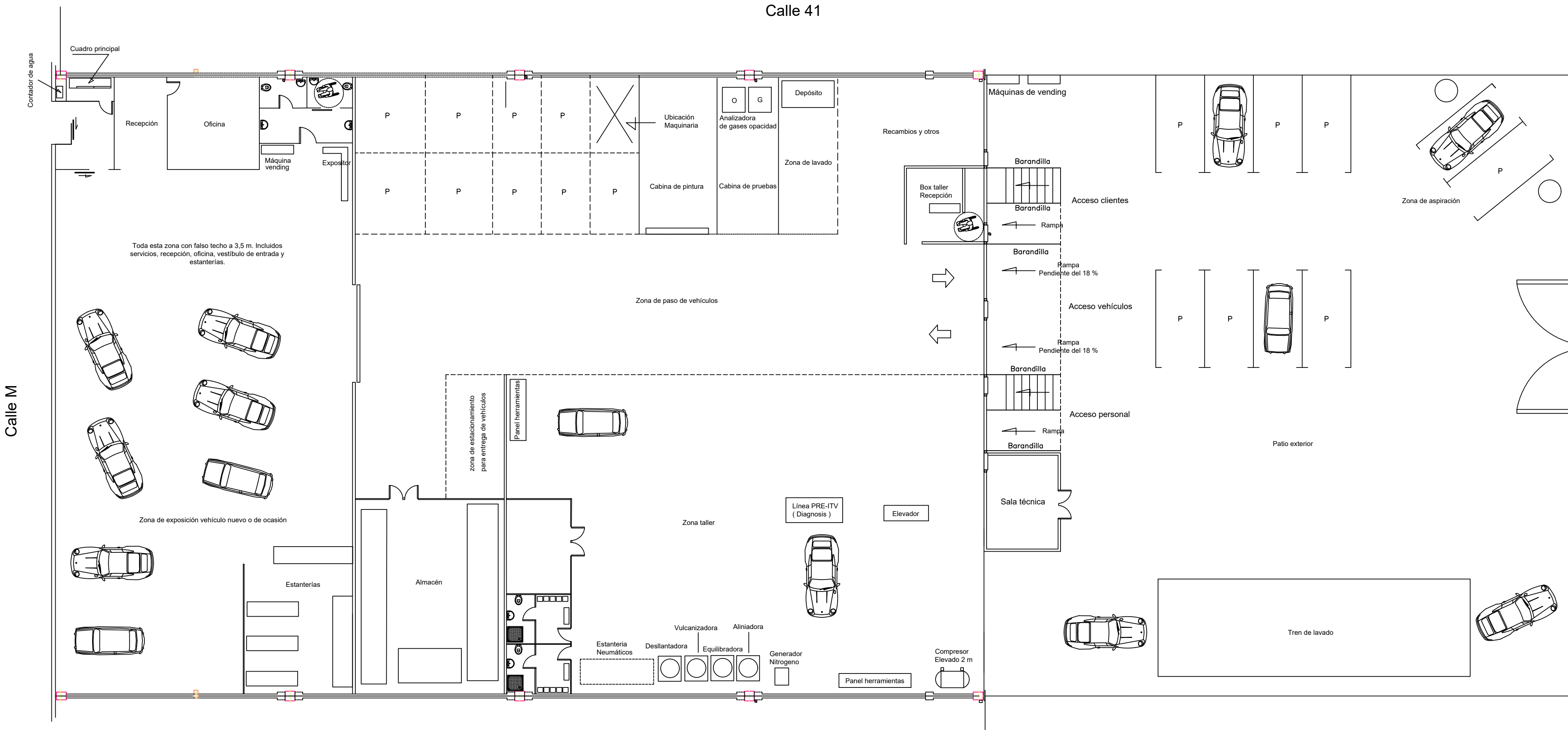
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado
y planta depuradora

Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858

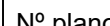
Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

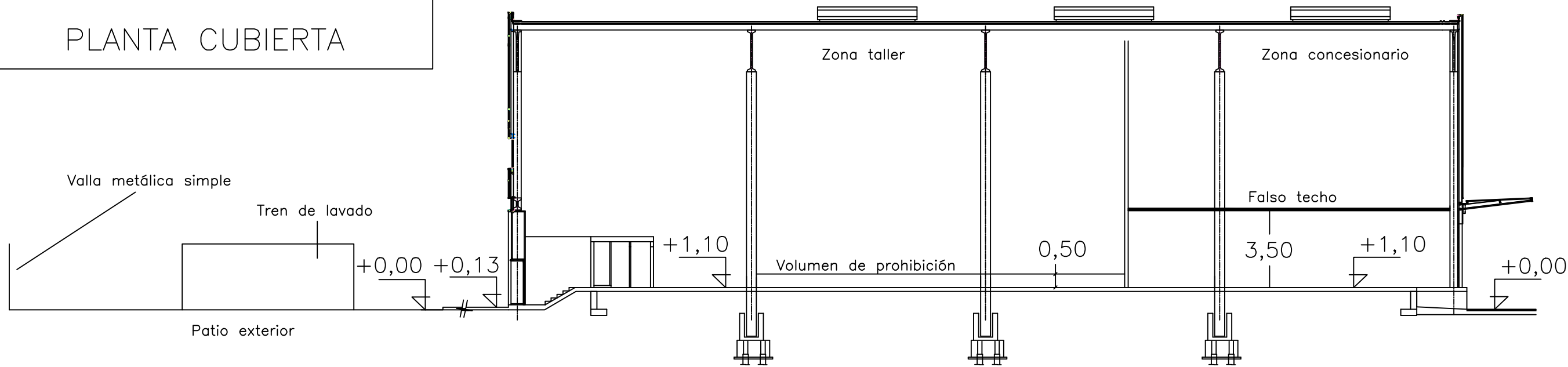
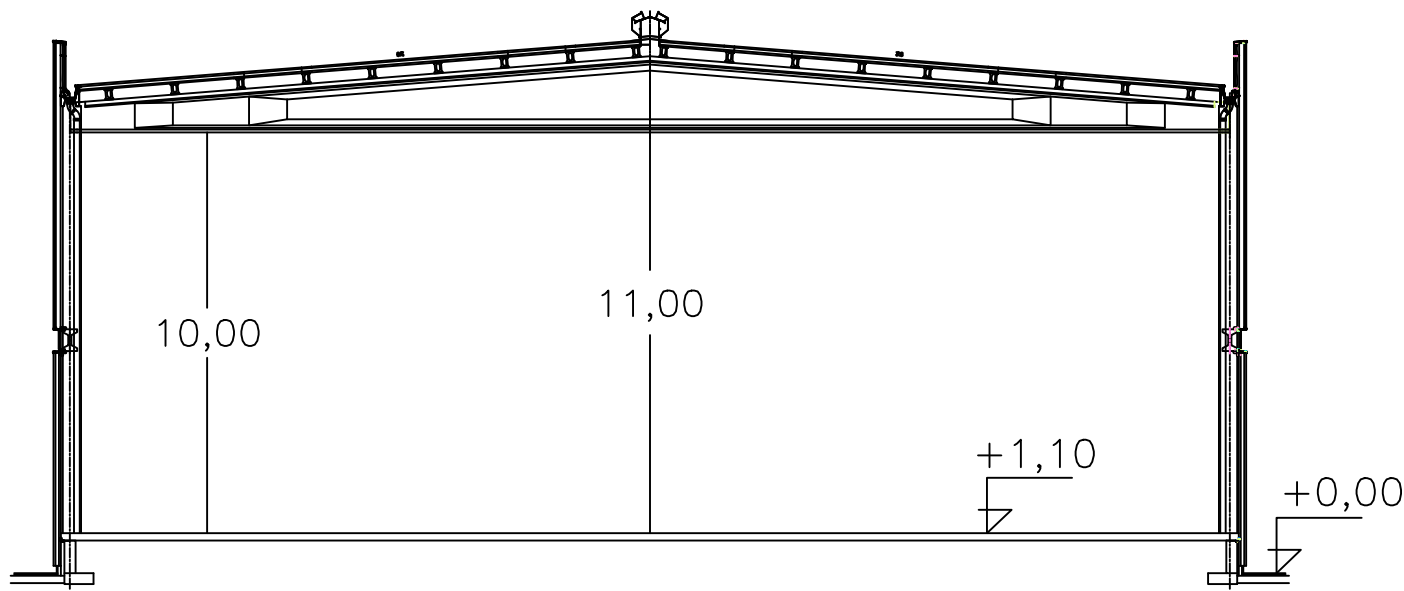
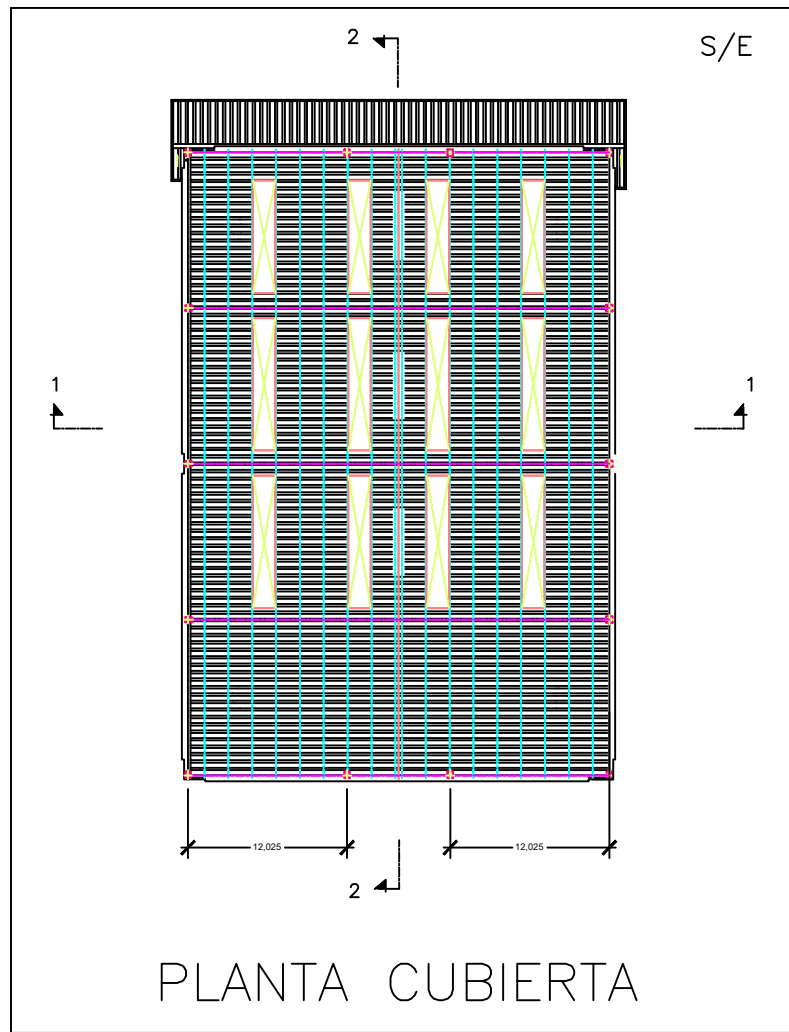
Calle 41



Calle M

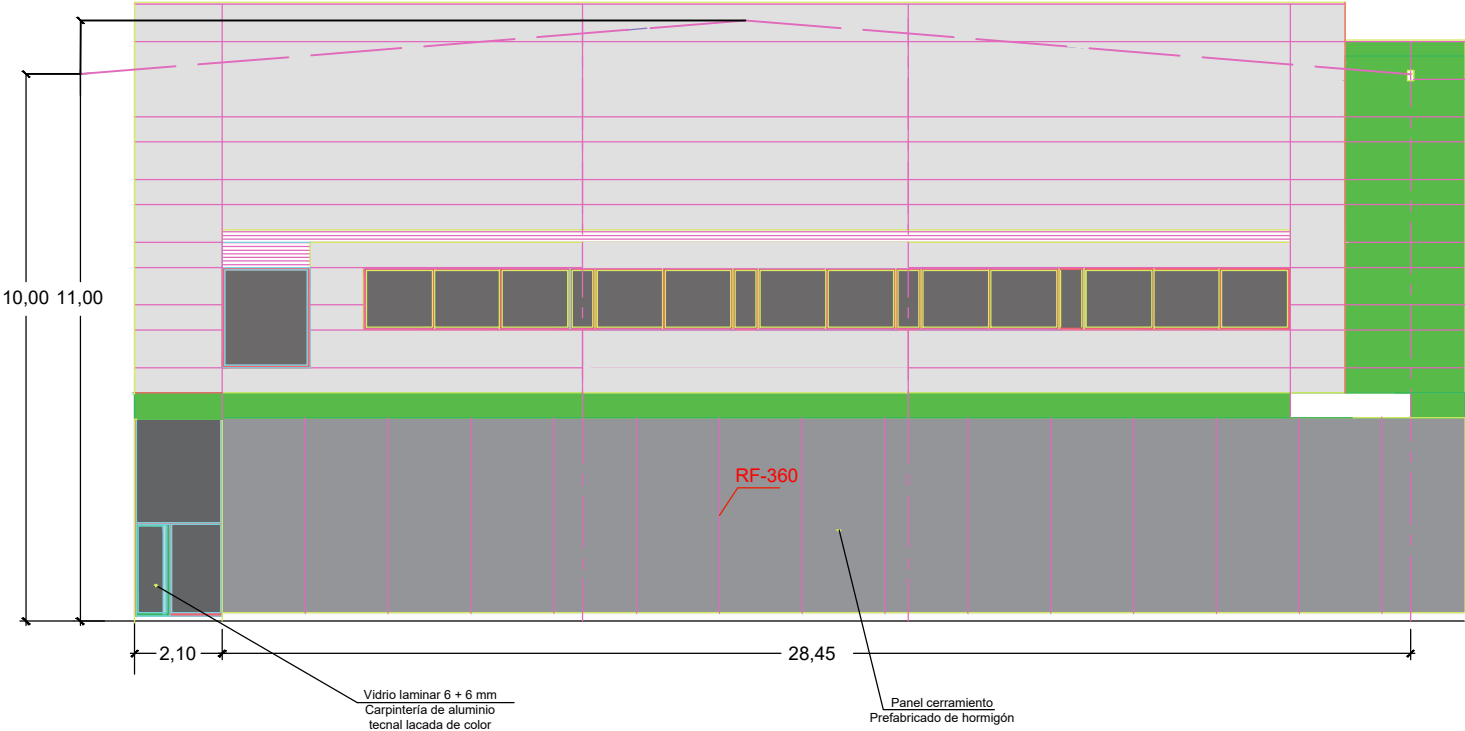
Calle L

Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla	
TFG Plano: Detalle concesionario, taller y patio exterior	Nº plano: 4 de 20	Revisado por: Josep Pardina	Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA
	<div><div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div></div><div>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div></div>		

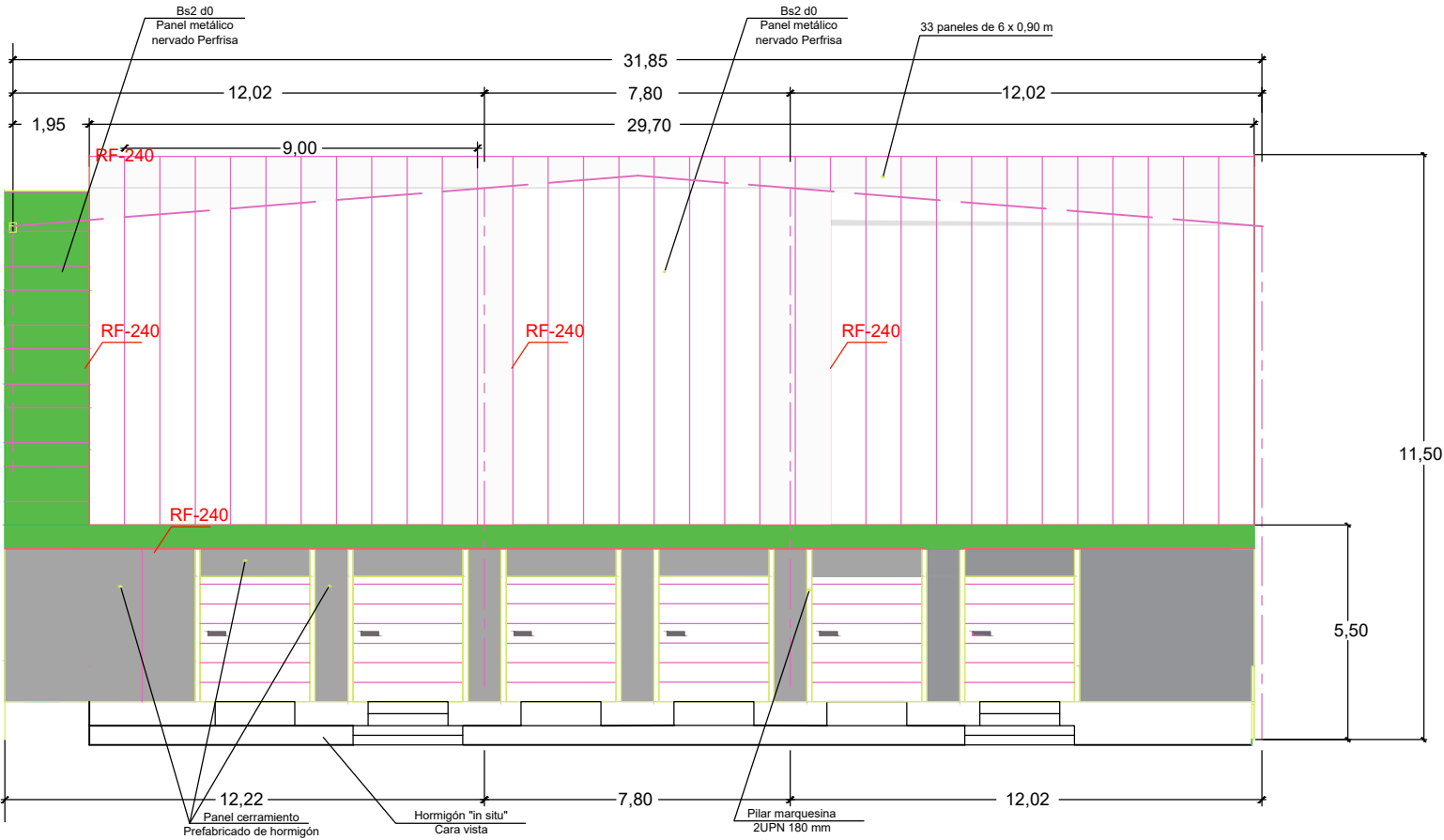


Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:200	Dibujado por: Cristian Chincolla	
	Nº plano: 5 de 20	Revisado por: Josep Pardina	
TFG Plano: Secciones nave industrial	<div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div><div>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div></div>		Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

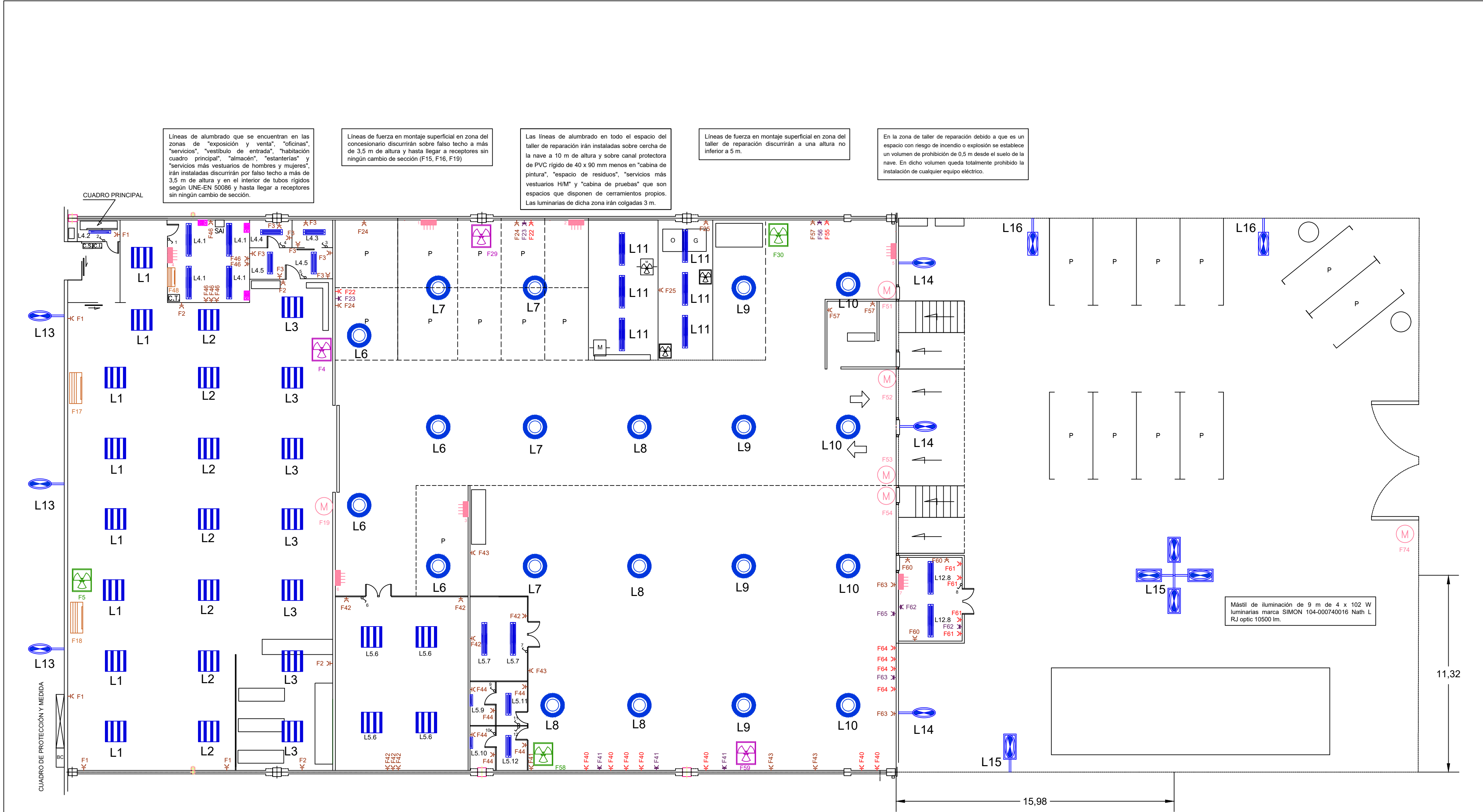
FACHADA ANTERIOR



FACHADA POSTERIOR



Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:250	Dibujado por: Cristian Chincolla	
	Nº plano: 6 de 20	Revisado por: Josep Pardina	
TFG Plano: Fachadas nave industrial	<div><div></div><div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div><div>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div></div></div>		Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA



Lineas de 4 mm2 de sección y conductor H07Z1-K				
F15	F16	F17	F18	F19
F57				
Lineas de 4 mm2 de sección y conductor RZ-1 0,6/1kV				
F31	F32	F33	F39	F63
F64	F66	F68	F69	F70
F71	F72	F73		
Lineas de 2,5 mm2 de sección y conductor H07Z1-K				
L1	L2	L3	L4	L5
L6	L7	L8	L9	L10
L11	L12	L13	E1	E2
E3	F1	F2	F3	F4
F5	F6	F7	F19	F20
F21	F22	F23	F24	F25
F26	F27	F28	F29	F30
F40	F41	F42	F43	F44
F45	F46	F47	F48	F49
F50	F51	F52	F53	F54
F55	F56	F58	F59	
Lineas de 2,5 mm2 de sección y conductor RZ-1 0,6/1kV				
L12	L16	F34	F35	F36
F37	F38	F60	F61	F62

SIMBOLOGÍA	RECEPTORES ELÉCTRICOS	SIMBOLOGÍA	RECEPTORES ELÉCTRICOS
	Subcircuitos		Motor persiana
	Luminaria 2 x 58 W		Split AC
	Luminaria 2 x 36 W		Centralita de seguridad
	Luminaria 1 x 18 W		Centralita de teléfono
	Interruptor		Motor grupo ventilador
	Luminaria 4 x 18 W		Motor grupo generador
	Luminaria 1 x 250 W		Ventilación cabina de pruebas
	Luminaria 1 x 64 W		Ventilación impulsión
	Luminaria 1 x 102 W		Ventilación extracción
	Farola exterior 1 x 150 W		
	Puesto: 2 tomas c. normal, 2 tomas c. SAI y 2 tomas RJ45		
	Toma de corriente monof. uso general		
	Toma de corriente monofásica CETAC		
	Toma de corriente trifásica CETAC		

Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla	
TFG Plano: Instalación eléctrica	Nº plano: 8 de 20	Revisado por: Josep Pardina	Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	

Las líneas a subcuadros que discurren por la zona e exposición y venta irán instaladas mediante bandejas perforadas de acero galvanizado en montaje superficial. Se instalarán a una altura no inferior a 3,5 m.

Las líneas a subcuadros que discurren por zona de taller de reparación discurrirán por mismas bandejas pero en el interior de tubos serie UNE-EN 50086.

Las líneas a subcuadros partirán del cuadro principal y realizarán el trayecto hasta ellos sin ningún cambio de sección.

La línea de derivación individual se realizará en montaje superficial en canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm, para alojamiento de cables eléctricos, incluso accesorios según UNE-EN 50085-1, con grado de protección IP 4X según UNE 20324. La derivación individual irá de la caja de protección y medida hasta el cuadro principal. La derivación individual discurrirá a lo ancho de la nave hasta llegar al cuadro principal y a una altura no inferior a 3,5 m y sin ningún cambio de sección.

Tanto para la derivación individual como para las líneas a subcuadros se utilizarán cables multiconductores de cobre RZ1-K (AS) siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) según UNE 21123-4 y en las secciones que se detallan en el presente plano.

Conjunto de medida TMF-10. Transformadores de corriente (A/A) 200/5. ICP: 400 A. PDC: 20 kA. Térmico 200 A. CGP-9-315 A. Fusibles tipo gG 315 A.

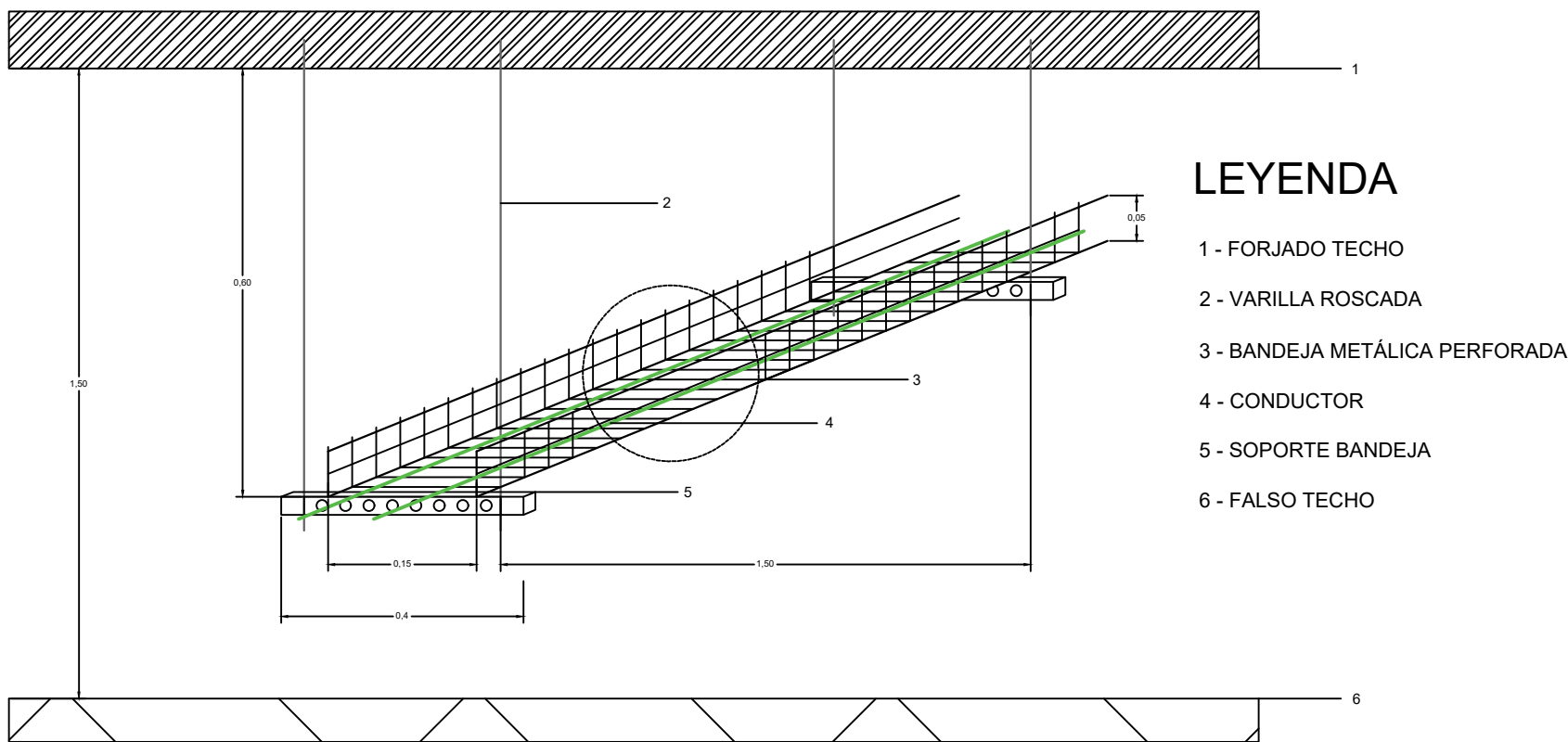
Batería de condensadores automática marca Circuitur modelo OPTIMA-62,5-440 de 51 kVar.

Bandeja perforada de acero galvanizado de 150 x 50 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.

Las líneas de alumbrado en todo el espacio del taller de reparación irán instaladas sobre cercha de la nave a 10 m de altura y sobre canal protectora de PVC rígido de 40 x 90 mm menos en "cabina de pintura", "espacio de residuos", "servicios más vestuarios H/M" y "cabina de pruebas" que son espacios que disponen de cerramientos propios. Las luminarias de dicha zona irán colgadas 3 m.

Líneas de alumbrado que se encuentran en las zonas de "exposición y venta", "oficinas", "servicios", "vestibulo de entrada", "habitación cuadro principal", "almacén", "estanterías" y "servicios más vestuarios de hombres y mujeres", irán instaladas discurrirán por falso techo a más de 3,5 m de altura y en el interior de tubos rígidos según UNE-EN 50086 y hasta llegar a receptores sin ningún cambio de sección.

Líneas de 4 mm2 de sección y conductor H07Z1-K				
F15	F16	F17	F18	F19
F57				
Líneas de 4 mm2 de sección y conductor RZ-1 0,6/1kV				
F31	F32	F33	F39	F63
F64	F66	F68	F69	F70
F71	F72	F73		
Líneas de 2,5 mm2 de sección y conductor H07Z1-K				
L1	L2	L3	L4	L5
L6	L7	L8	L9	L10
L11	L12	L13	E1	E2
E3	F1	F2	F3	F4
F5	F6	F7	F19	F20
F21	F22	F23	F24	F25
F26	F27	F28	F29	F30
F40	F41	F42	F43	F44
F45	F46	F47	F48	F49
F50	F51	F52	F53	F54
F55	F56	F58	F59	
Líneas de 2,5 mm2 de sección y conductor RZ-1 0,6/1kV				
L12	L16	F34	F35	F36
F37	F38	F60	F61	F62

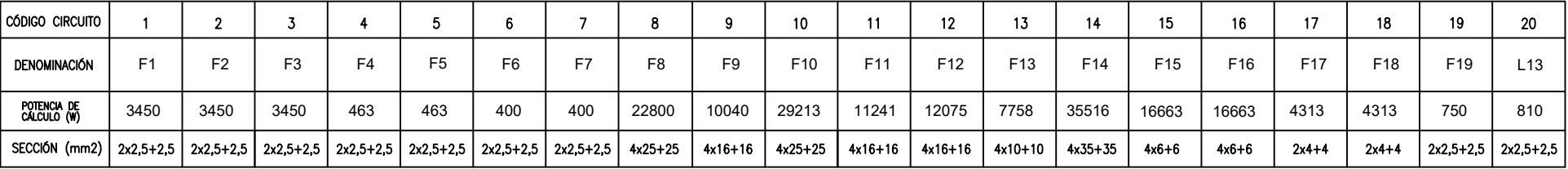


LEYENDA

- 1 - FORJADO TECHO
- 2 - VARILLA ROSCADA
- 3 - BANDEJA METÁLICA PERFORADA
- 4 - CONDUCTOR
- 5 - SOPORTE BANDEJA
- 6 - FALSO TECHO

SIMBOLOGÍA	RECEPTORES ELÉCTRICOS
⊙	Caja de empalme
■	Subcuadros
—	Derivación individual de 4 x 120+70 mm2
—	Línea a subcuadro 1 de 4 x 25 + 25 mm2
—	Línea a subcuadro 2 de 4 x 16 + 16 mm2
—	Línea a subcuadro 3 de 4 x 25 + 25 mm2
—	Línea a subcuadro 4 de 4 x 16 + 16 mm2
—	Línea a subcuadro 5 de 4 x 16 + 16 mm2
—	Línea a subcuadro 6 de 4 x 10 + 10 mm2
—	Línea a subcuadro 7 de 4 x 35 + 35 mm2

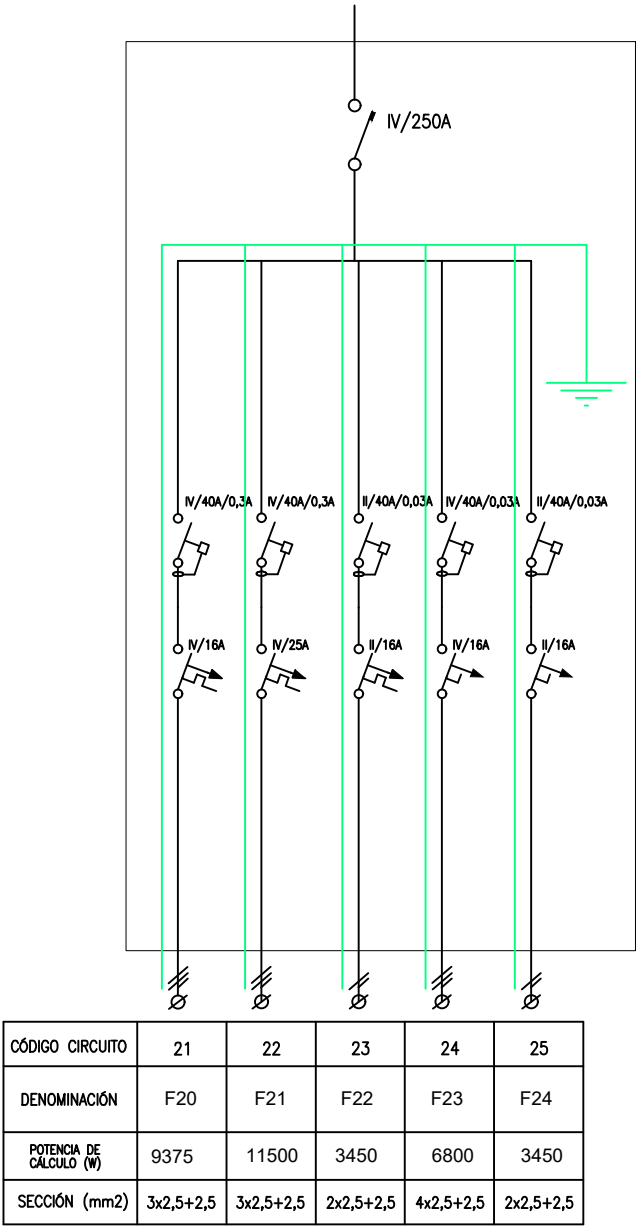
Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla	
TFG Plano: Líneas eléctricas	Nº plano: 9 de 20	Revisado por: Josep Pardina	Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA
	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		



<p>Emplazamiento: C/ M nº 69(Barcelona) CP: 08040</p>	<p>Fecha: 11/01/2018</p>	<p>Titular: CYE SL</p>	<p>Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora</p>
	<p>Escala: S/E</p>	<p>Dibujado por: Cristian Chincolla</p>	
	<p>Nº plano: 10 de 20</p>	<p>Revisado por: Josep Pardina</p>	
<p>TFG Plano: Esquema unifilar cuadro principal</p>	<div>  <div> <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</p> <hr/> <p>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</p> </div> </div>		<p>Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858</p> <p>Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA</p>

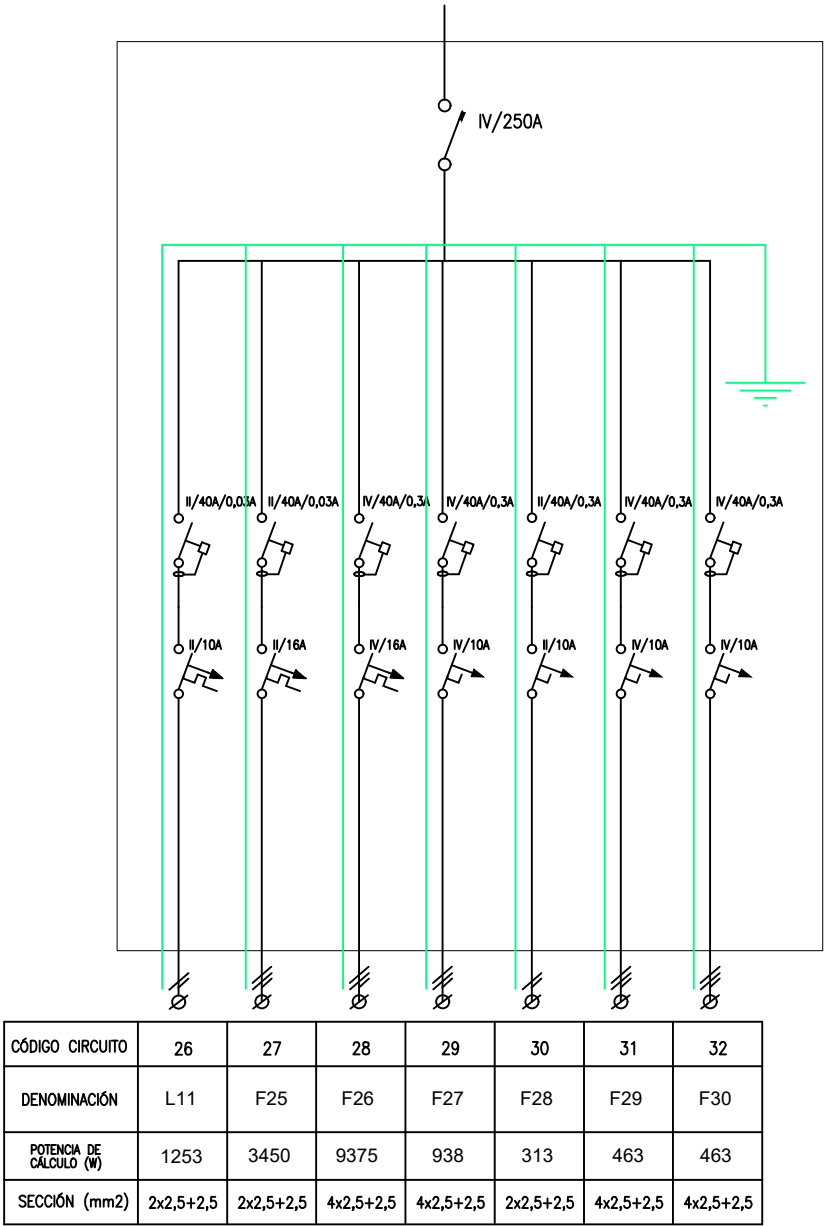
SUBCUADRO 1

F20	Motor grupo generador
F21	Motor Ventilador
F22	T.C. monofásicas CETAC Zona Estacionamiento vehículos
F23	T.C.trifásicas CETAC Estacionamiento vehículos
F24	T.C. uso general Estacionamiento vehículos
L11	Iluminación Cabina de pintura/Pruebas
F25	T.C. de uso general
F26	Máquina analizadora de humos
F27	Ventilación
F28	Cámara opacidad
F29	Ventilación impulsión 2
F30	Ventilación extracción 3



CÓDIGO CIRCUITO	21	22	23	24	25
DENOMINACIÓN	F20	F21	F22	F23	F24
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	9375	11500	3450	6800	3450
SECCIÓN (mm2)	3x2,5+2,5	3x2,5+2,5	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	2x2,5+2,5

SUBCUADRO 2



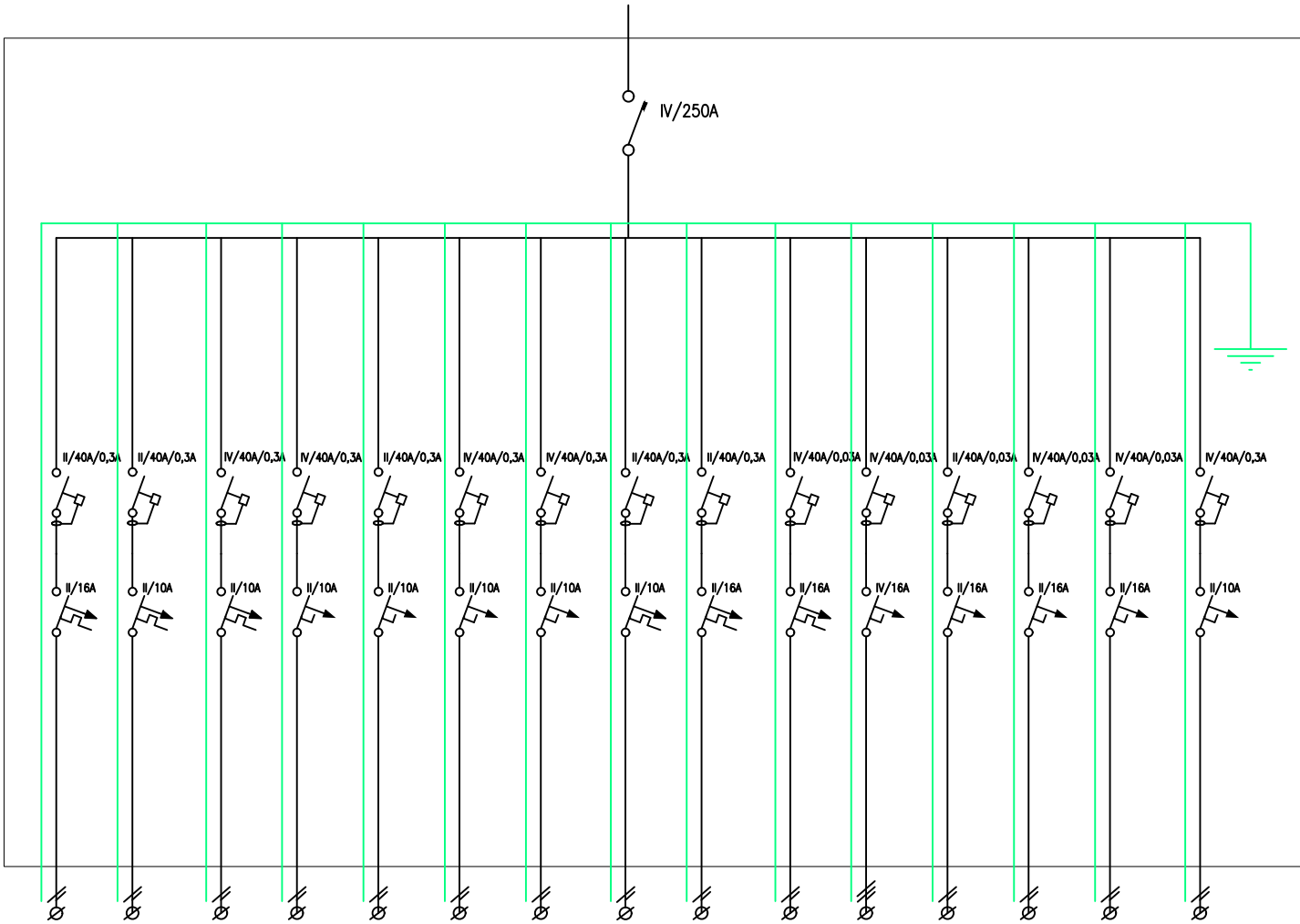
CÓDIGO CIRCUITO	26	27	28	29	30	31	32
DENOMINACIÓN	L11	F25	F26	F27	F28	F29	F30
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	1253	3450	9375	938	313	463	463
SECCIÓN (mm2)	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	4x2,5+2,5	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	4x2,5+2,5

Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: S/E	Dibujado por: Cristian Chincolla	
	Nº plano: 11 de 20	Revisado por: Josep Pardina	
TFG Plano: Esquema unifilar subcuadro 1 y 2	 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div> <div>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>		Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

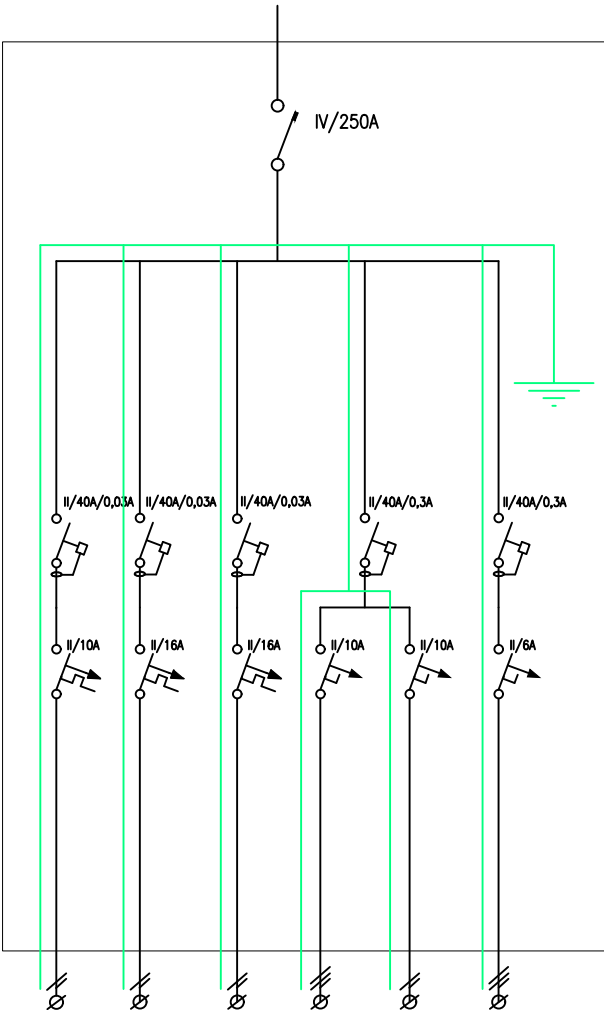
SUBCUADRO 3

SUBCUADRO 4

F31	Elevador 2 columnas HP-50
F32	Desmontadora de ruedas DT-95
F33	Vulcanizadora VZ-1100
F34	Equilibradora de ruedas ET-99A
F35	Generador de nitrógeno
F36	Máquina de aire acondicionado AC-250
F37	Alineador de ruedas
F38	Compresor de aire CAI-300
F39	Analizador de gases
F40	T.C. monofásicas CETAC 1 Zona taller
F41	T.C. trifásicas CETAC 1 Zona taller
F42	T.C. de corriente de uso general Almacén y Espacio de residuos
F43	Tomas de corriente de uso general 1 Zona taller
F44	T.C. de uso general Vestuarios+Servicios H/M
F45	Línea pre ITV NTS 500
L4	Iluminación 4
F46	T.C. de de uso general
F47	Alimentacion SAI
F48	Split Oficina
F49	Centralita de teléfono
F50	Aire acondicionado Oficina



CÓDIGO CIRCUITO	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
DENOMINACIÓN	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	F39	F40	F41	F42	F43	F44	F45
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	3750	1875	1875	500	250	750	875	1250	4313	3450	6800	3450	3450	3450	7500
SECCIÓN (mm2)	2x4+4	2x4+4	2x4+4	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x4+4	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5



CÓDIGO CIRCUITO	48	49	50	51	52	53
DENOMINACIÓN	L4	F46	F47	F48	F50	F49
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	1418	3450	3450	4313	4313	400
SECCIÓN (mm2)	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5

Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Esquema unifilar
subcadró 3 y 4

Fecha: 11/01/2018
Escala: S/E
Nº plano: 12 de 20

UPC

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

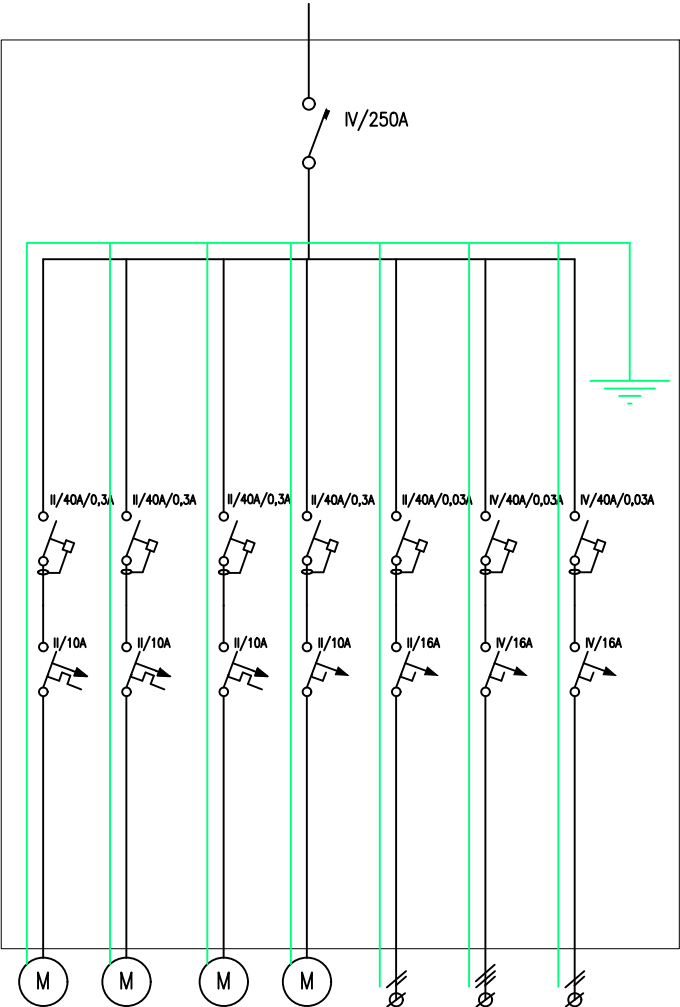
Titular: CYE SL
Dibujado por: Cristian Chincolla
Revisado por: Josep Pardina

Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado
y planta depuradora

Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858
Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

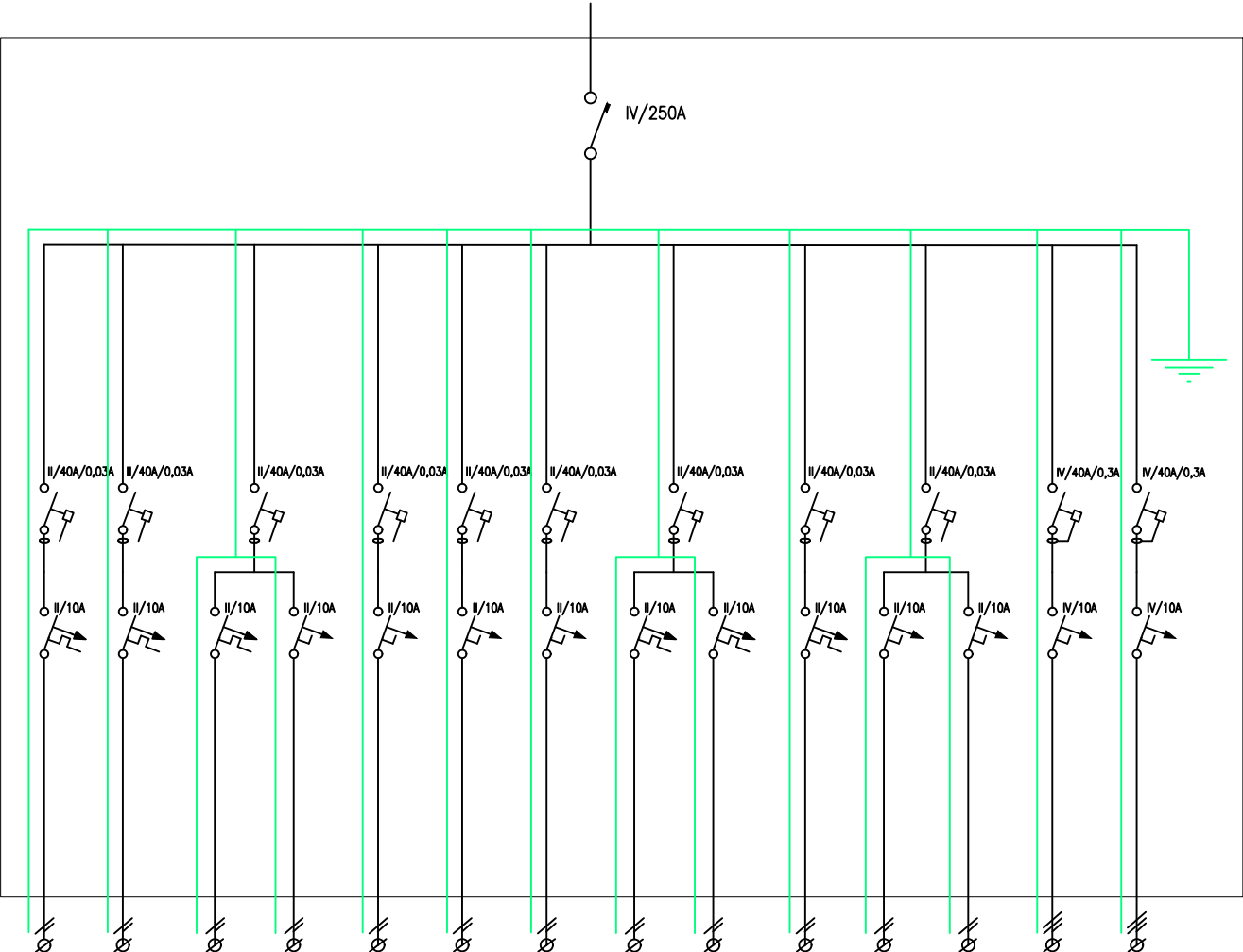
SUBCUADRO 5

F51	Motor Persiana 1
F52	Motor Persiana 2
F53	Motor Persiana 3
F54	Motor Persiana 4
F55	T.C. monofásicas CETAC Recambios y otros y Box taller recepción
F56	T.C. trifásicas CETAC Recambios y otros y Box taller recepción
F57	T.C. de uso general Recambios y otros y Box taller recepción
L1	Iluminación 1
L2	Iluminación 2
L3	Iluminación 3
E1	Emergencia 1
L5	Iluminación 5
L6	Iluminación 6
L7	Iluminación 7
L8	Iluminación 8
E2	Emergencia 2
L9	Iluminación 9
L10	Iluminación 10
E3	Emergencia 3
F58	Ventilación extracción 2
F59	Ventilación impulsión 3



CÓDIGO CIRCUITO	54	55	56	57	58	59	60
DENOMINACIÓN	F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	750	750	750	750	3450	6800	3450
SECCIÓN (mm2)	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x4+4	4x2,5+2,5	2x4+4

SUBCUADRO 6



CÓDIGO CIRCUITO	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
DENOMINACIÓN	L1	L2	L3	E1	L5	L6	L7	L8	E2	L9	L10	E3	F58	F59
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	2074	1814	1814	173	1937	1800	1800	1800	259	1800	1800	216	463	463
SECCIÓN (mm2)	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	4x2,5+2,5

Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Esquema unifilar
subcuadro 5 y 6

Fecha: 11/01/2018

Titular: CYE SL

Escala: S/E

Dibujado por: Cristian Chincolla

Nº plano: 13 de 20

Revisado por: Josep Pardina



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

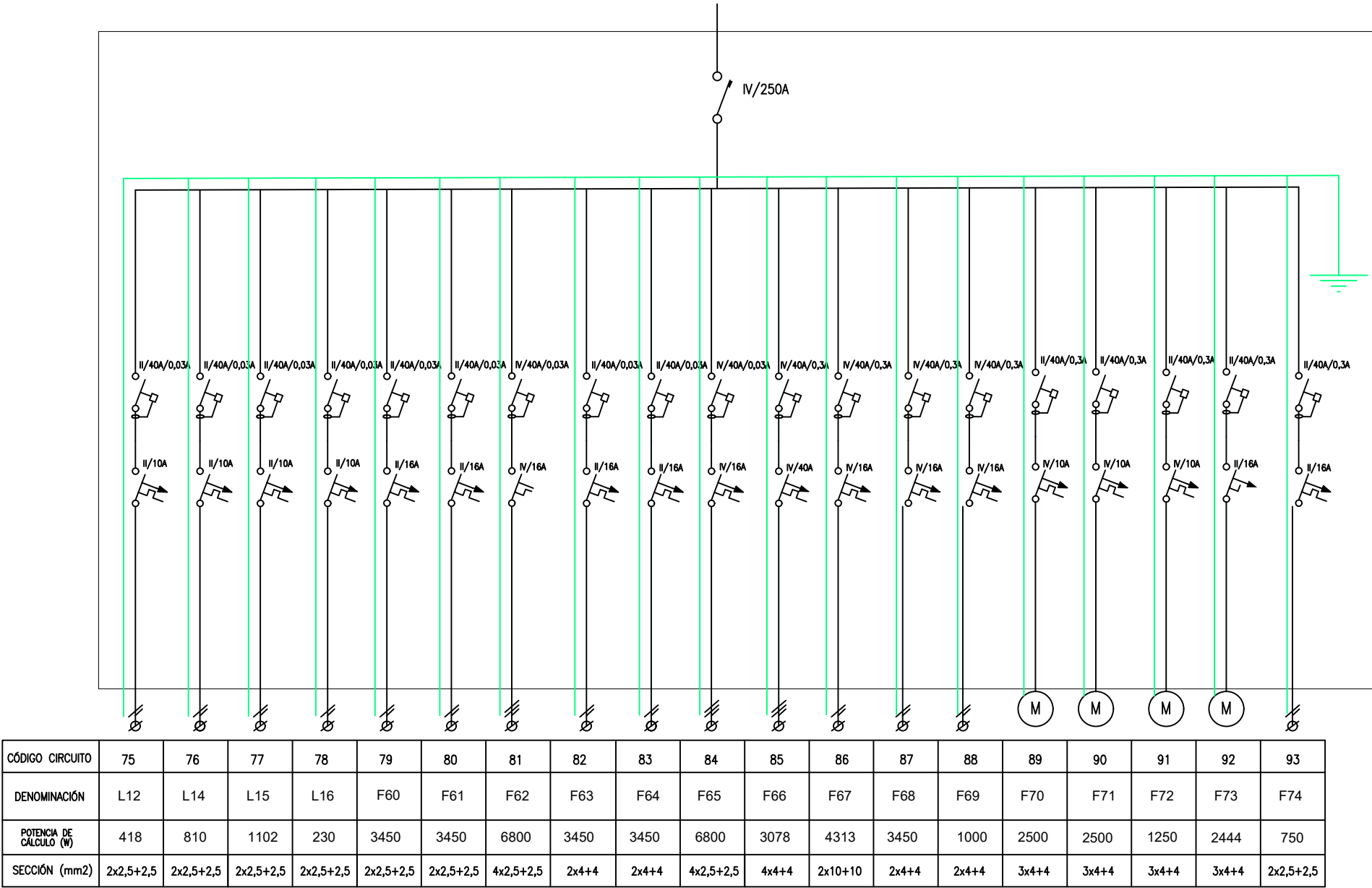
Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado
y planta depuradora

Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858

Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

SUBCUADRO 7

L12	Iluminación Sala técnica
L14	Iluminación exterior Zona accesos
L15	Iluminación Patio exterior 1
L16	Iluminación Patio exterior 2
F60	T.C. de uso general
F61	T.C. monofásicas CETAC
F62	T.C. trifásicas CETAC
F63	T.C. de uso general 2 Zona taller
F64	T.C. monofásicas CETAC 2 Zona taller
F65	T.C. trifásicas CETAC 2 Zona taller
F66	Tren de lavado
F67	Zona de aspiración
F68	Máquinas de vending
F69	Eta



CÓDIGO CIRCUITO	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
DENOMINACIÓN	L12	L14	L15	L16	F60	F61	F62	F63	F64	F65	F66	F67	F68	F69	F70	F71	F72	F73	F74
POTENCIA DE CÁLCULO (W)	418	810	1102	230	3450	3450	6800	3450	3450	6800	3078	4313	3450	1000	2500	2500	1250	2444	750
SECCIÓN (mm2)	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	2x2,5+2,5	4x2,5+2,5	2x4+4	2x4+4	4x2,5+2,5	4x4+4	2x10+10	2x4+4	2x4+4	3x4+4	3x4+4	3x4+4	3x4+4	2x2,5+2,5

Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Esquema unifilar
subcuadro 7

Fecha: 11/01/2018
Escala: S/E
Nº plano: 14 de 20

Titular: CYE SL
Dibujado por: Cristian Chincolla
Revisado por: Josep Pardina

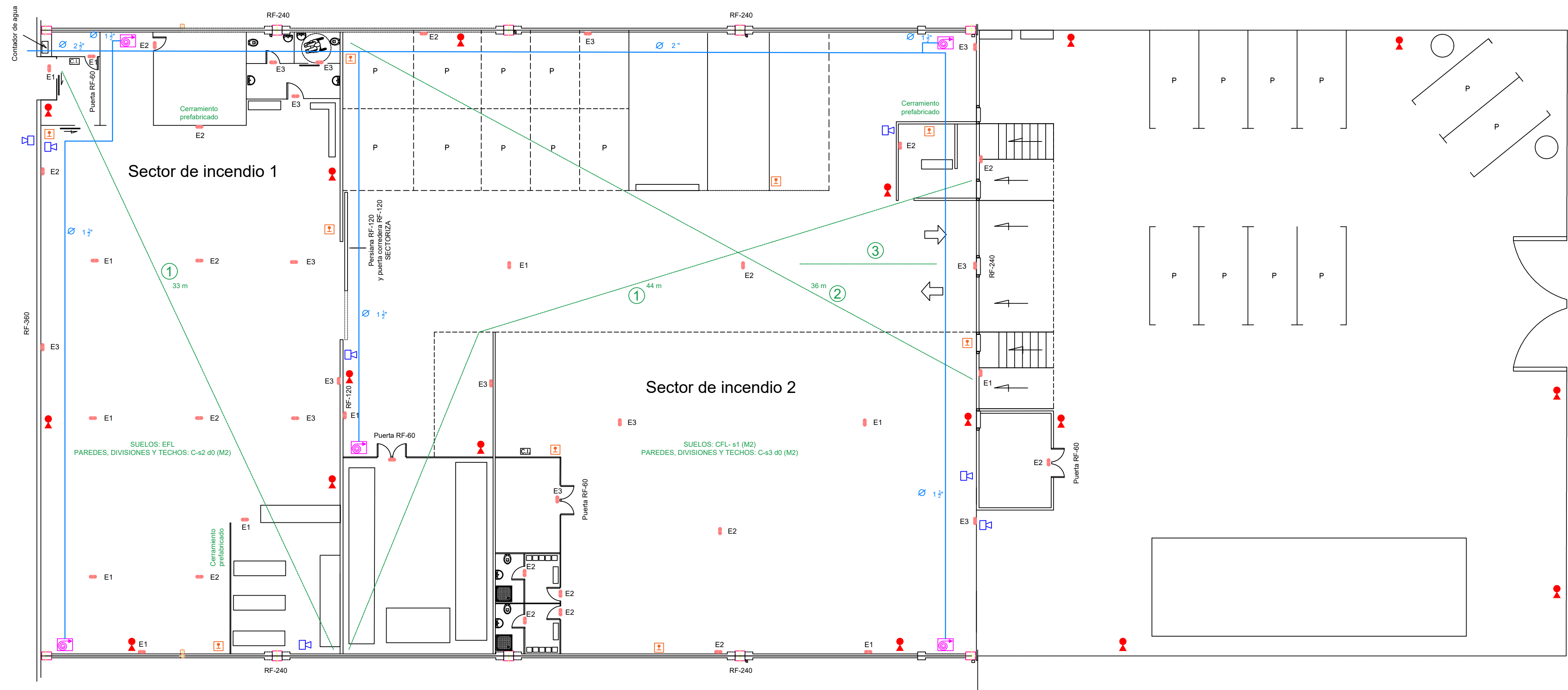


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado
y planta depuradora

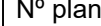
Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858
Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

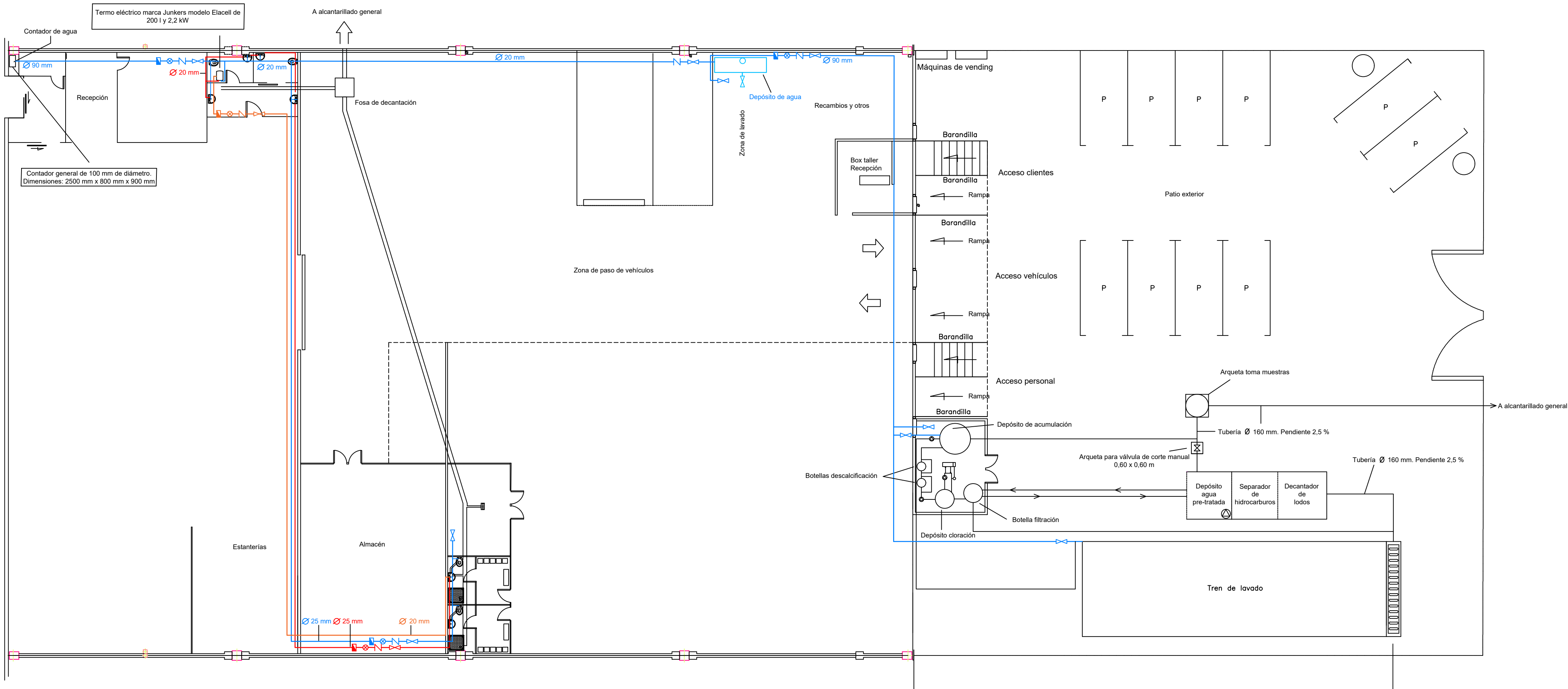
La instalación de los BIE se realizará mediante tubo de acero galvanizado sin soldadura en los diámetros que se detallan en montaje superficial y según UNE19048.



La instalación de la central de alarma de incendio y la conexión de los pulsadores y de las sirenas se realizará mediante tubo de PVC rígido curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal y en montaje superficial a una altura no inferior a 3,5 m en zona concesionario y de 4 m para el resto de espacios.

SIMBOLOGÍA	RECEPTORES CONTRA INCENDIOS
	Luz de emergencia 8 W
	Extintor portátil de polvo químico ABC 21A–113B–C
	BIE de 25 mm y 680x480x215 mm
	Pulsador de alarma convencional
	Sirena electrónica 24 V DC
	Central de incendios
	Tubo de acero galvanizado para BIE

Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla	
TFG Plano: Instalación de protección contra incendios	Nº plano: 15 de 20	Revisado por: Josep Pardina	Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA
	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		

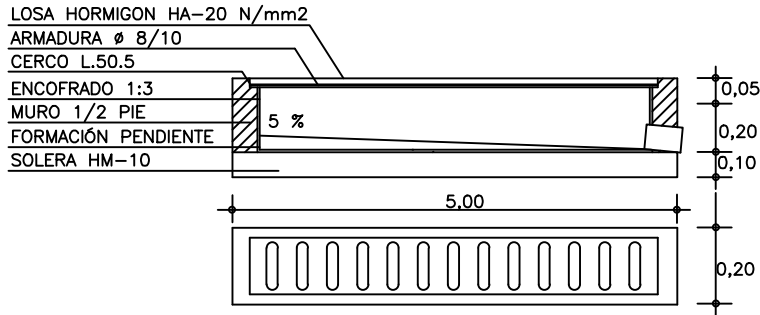


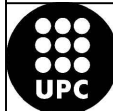
Tubería agua fría		
Tramo	Diámetro nominal	Diámetro interior
Servicios	20 mm	14,40 mm
Servicios más vestuarios H/M	25 mm	18,00 mm
Zona de lavado	20 mm	14,40 mm
Tren de lavado	90 mm	69,80 mm
Tubería ACS		
Servicios	20 mm	14,40 mm
Servicios más vestuarios H/M	25 mm	18,00 mm
Tubería retorno ACS		
3/4 pulgada		

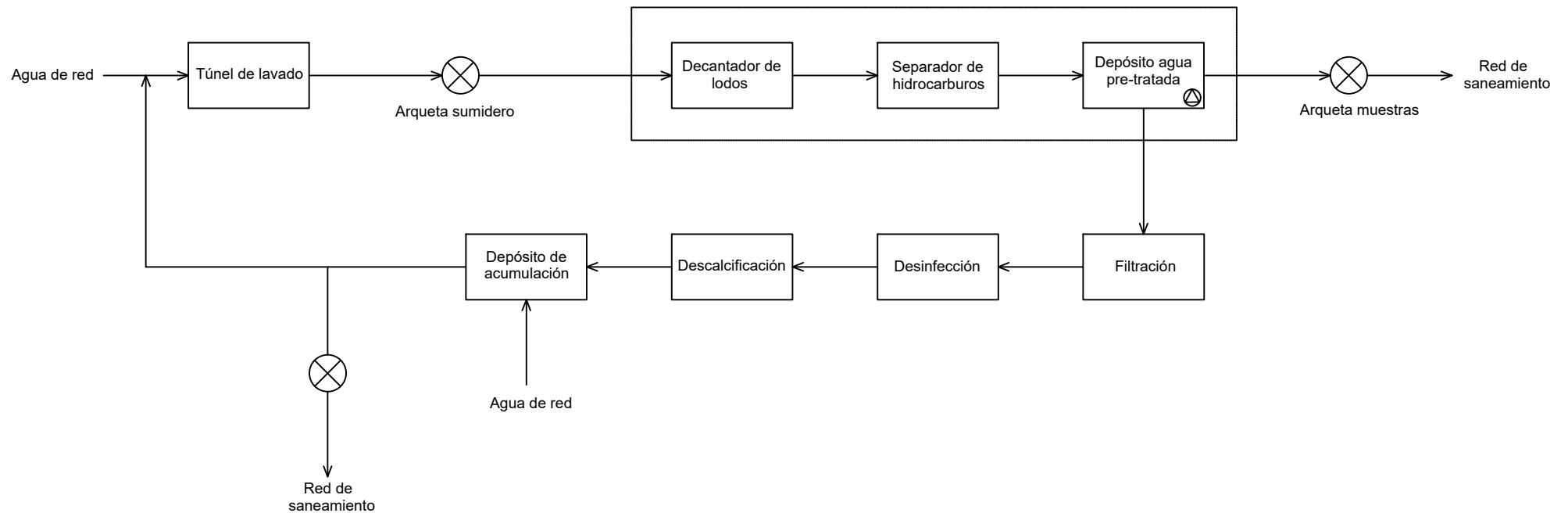
Ramal de enlace para agua fría y ACS	
Punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace
Lavabo	12 mm
Lavamanos	12 mm
Ducha	12 mm

- LEYENDA
- Tubería agua fría sanitaria
 - Tubería de ACS
 - Tubería de retorno ACS
 - Válvula de corte de esfera
 - Válvula de retención
 - Válvula limitadora de presión
 - Filtro retenedor de residuos

ARQUETA SUMIDERO



Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040	Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL	Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
	Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla	
TFG Plano: Instalación de agua y reutilización	Nº plano: 16 de 20	Revisado por: Josep Pardina	Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858 Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA
	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		



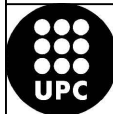
Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Esquema reut. aguas
tren de lavado

Fecha: 11/01/2018

Escala: S/E

Nº plano: 17 de 20



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Titular: CYE SL

Dibujado por: Cristian Chincolla

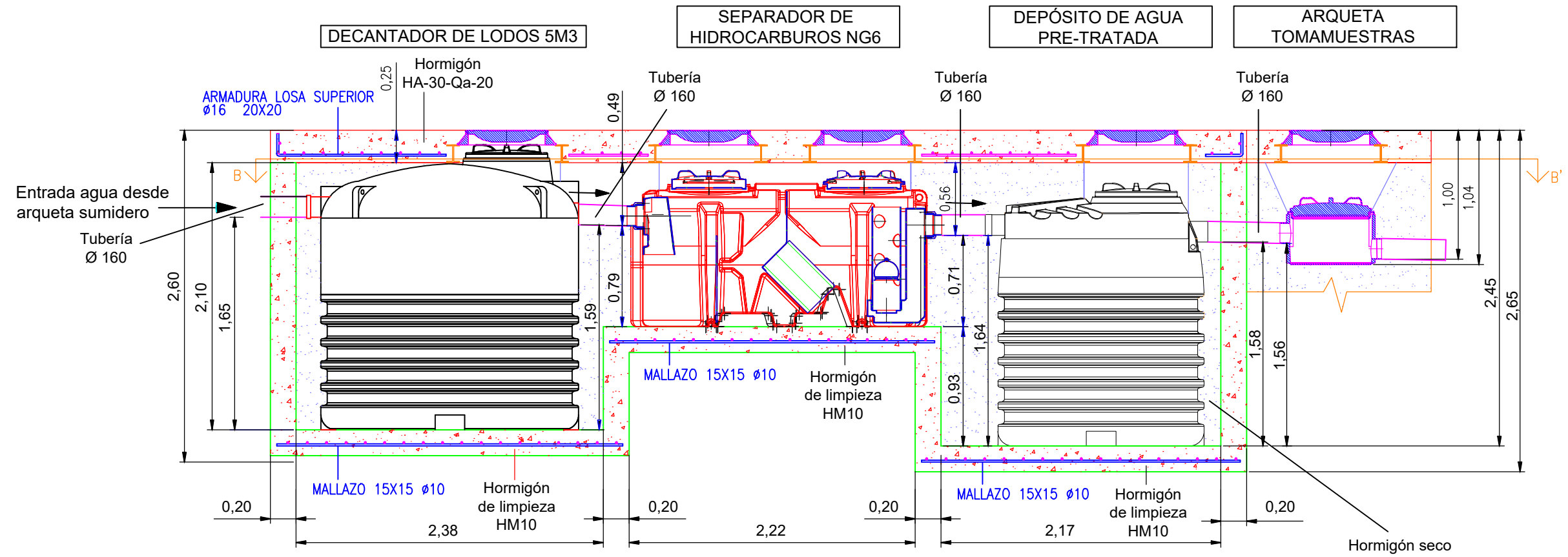
Revisado por: Josep Pardina

Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado y
planta depuradora

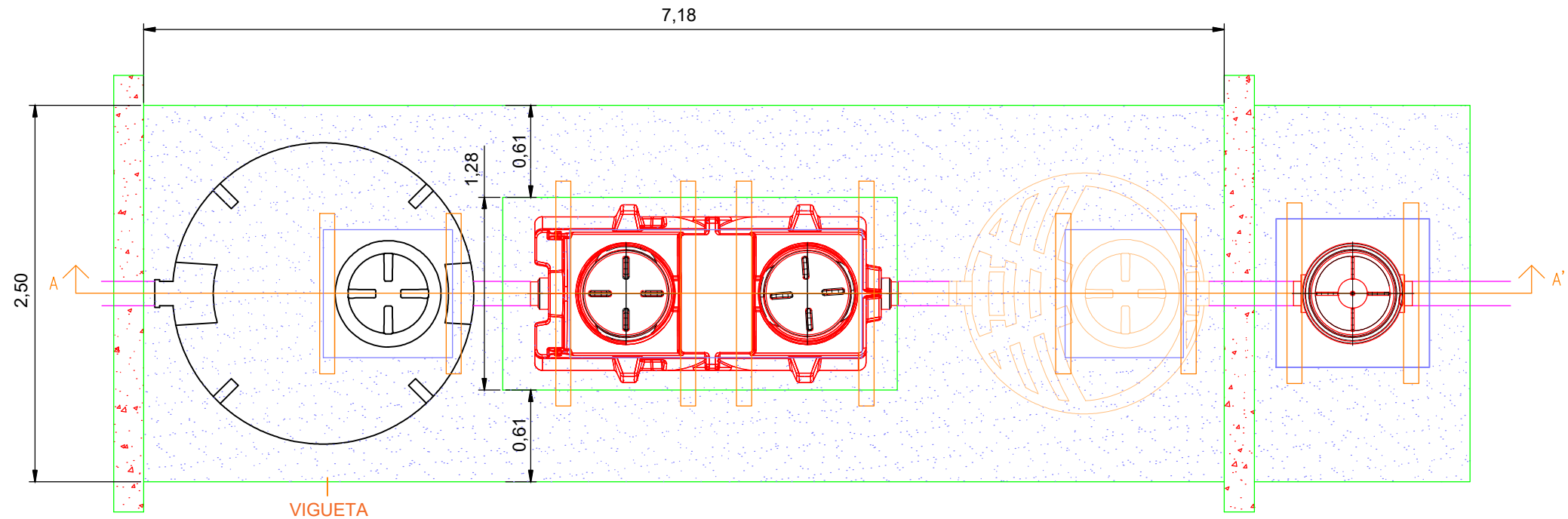
Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858

Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA

SECCIÓN A - A'



SECCIÓN B - B'



Emplazamiento:
C/ M nº 69 (Barcelona)
CP: 08040

TFG Plano:
Etapa de vertido

Fecha: 11/01/2018

Escala: S/E

Nº plano: 19 de 20

Titular: CYE SL

Dibujado por: Cristian Chincolla

Revisado por: Josep Pardina

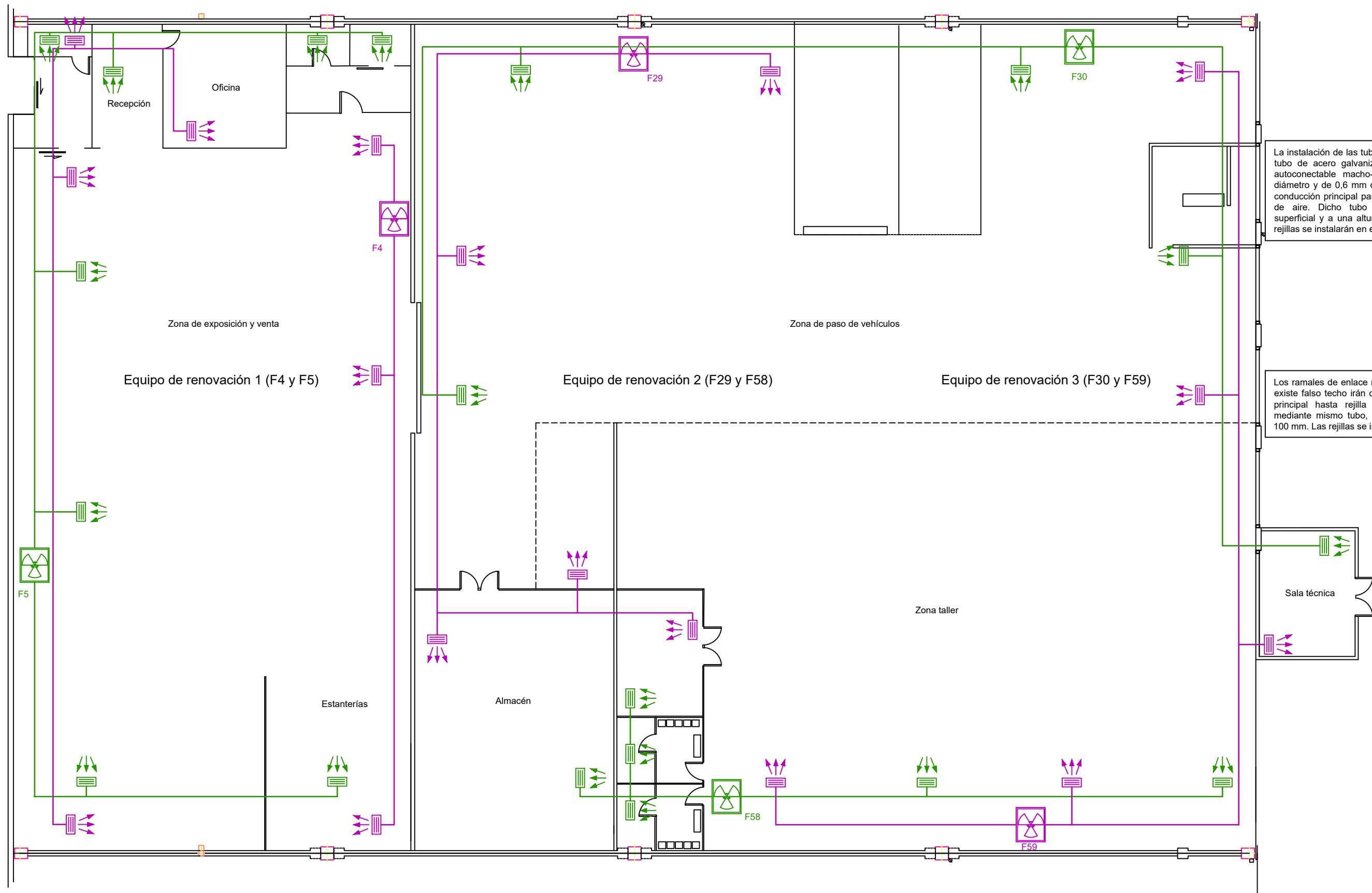


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Instalaciones en un concesionario
de automóviles con taller de
reparación, tren de lavado y
planta depuradora

Ingeniero eléctrico
Nº Colegiado: 55858
Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA



La instalación de las tuberías se realizará mediante tubo de acero galvanizado de pared simple-lisa, autoconectable macho-hembra, de 250 mm de diámetro y de 0,6 mm de espesor de chapa como conducción principal para la impulsión y extracción de aire. Dicho tubo se montará en montaje superficial y a una altura no inferior a 9,5 m. Las rejillas se instalarán en el mismo tubo.

Los ramales de enlace necesarios en zonas donde existe falso techo irán conectados a la conducción principal hasta rejilla en montaje superficial y mediante mismo tubo, pero con un diámetro de 100 mm. Las rejillas se instalarán en falso techo.

SIMBOLOGÍA	RECEPTORES VENTILACIÓN
	Ventilador de extracción de aire
	Rejilla de extracción de aire
	Ventilador de impulsión de aire
	Rejilla de impulsión de aire

Toda máquina lleva conducto hasta cubierta, tanto para la impulsión de aire como para la extracción.

Emplazamiento: C/ M nº 69 (Barcelona) CP: 08040
TFG Plano: Ventilación

Fecha: 11/01/2018	Titular: CYE SL
Escala: 1:150	Dibujado por: Cristian Chincolla
Nº plano: 20 de 20	Revisado por: Josep Pardina
	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Instalaciones en un concesionario de automóviles con taller de reparación, tren de lavado y planta depuradora
Ingeniero eléctrico Nº Colegiado: 55858
Fdo: CRISTIAN CHINCOLLA